BEITRÄGE ZUR KENNTNIS

DES

DIGITALISBLATTES

UND

SEINER VERFÄLSCHUNGEN
MIT BERÜCKSICHTIGUNG DES PULVERS

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
(MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE SEKTION)

DER

UNIVERSITÄT ZÜRICH

VON

PAUL BOHNY
AUS BASEL

BEGUTACHTET VON DEN HERREN PROF. DR. HANS SCHINZ
PROF. DR. C. HARTWICH

BASEL
BUCHDRUCKEREI EMIL BIRKHÄUSER
1906.

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS
DES
DIGITALISBLATTES
UND
SEINER VERFÄLSCHUNGEN
MIT BERÜCKSICHTIGUNG DES PULVERS

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE
VORGELEGT DER
HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
(MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE SEKTION)
DER
UNIVERSITÄT ZÜRICH

ACAD. LUOB. BAT. BIBL.

VON
PAUL BOHNY
AUS BASEL

BEGUTACHTET VON DEN HERREN PROF. DR. HANS SCHINZ
PROF. DR. C. HARTWICH

BASEL
BUCHDRUCKEREI EMIL BIRKHÄUSER
1906.

MEINEN LIEBEN ELTERN

IN DANKBARKEIT GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546418_0142

Vorliegende Arbeit wurde im pharmazeutischen Institut des eidgenössischen Polytechnikums ausgeführt, und es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer,

Herrn Prof. Dr. C. HARTWICH,

für die vielfache Unterstützung und Anregung, die er mir im Laufe der Arbeit immer hat zukommen lassen, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung . . . . . Seite 1

I. Teil.

Digitalis purpurea . . . . . „ 6

II. Teil.

Digitalis ambigua . . . . . „ 15

Digitalis lutea . . . . . „ 18

Digitalis parviflora . . . . . „ 20

Verbascum . . . . . „ 24

Teucrium Scorodonia . . . . . „ 28

Salvia Sclarea . . . . . „ 31

Symphytum officinale . . . . . „ 33

Solanum tuberosum . . . . . „ 37

Solanum nigrum . . . . . „ 39

Althaea officinalis . . . . . „ 40

Citrus Aurantium . . . . . „ 42

Inula Conyza . . . . . „ 45

Inula Helenium . . . . . „ 47

Arnica montana . . . . . „ 48

Artemisia vulgaris . . . . . „ 50

Zusammenfassung . . . . . „ 53

III. Teil.

Untersuchung von fertig gekauften Pulvern . . . „ 55

Thesen . . . . . „ 58

Literaturverzeichnis . . . . . „ 59

EINLEITUNG.

Früher deckten die Apotheker und Drogisten ihren Bedarf an Drogen in ganzer, unzerkleinerter Ware, und da war es ihnen ein Leichtes, die Ware zu identifizieren. Man richtete das Hauptaugenmerk auf das äussere Aussehen und die makroskopischen Merkmale, ohne sich um den anatomischen Bau gross zu kümmern. Den Bedarf an gepulverter Ware stellte man sich selbst her und ein Zweifel an der Echtheit des Pulvers war ausgeschlossen. Anders sind nun die Verhältnisse geworden, seitdem die Arznei- und Gewürzpulver von den Einzelnen vielfach nicht mehr selbst hergestellt werden. Durch die Konstruktion geeigneter Zerkleinerungsmaschinen ist es möglich geworden, auf rationelle und billige Art grössere Mengen von Pulvern herzustellen, als das im Kleinbetrieb möglich ist. Da der Bedarf des letzteren zu gering ist, um eine leistungsfähige Maschine genügend zu beschäftigen, so ist die Herstellung in grössere Fabriken gewandert. Neben der Preisfrage spielt auch eine wichtige Rolle die grössere Feinheit und Gleichmässigkeit der Pulver, die man im Grossbetrieb erhalten kann. Diesen, in vielen Fällen grossen Vorteilen stehen aber auch grosse Nachteile gegenüber. Durch das Einkaufen von gepulverter Ware ist dem Apotheker und Drogisten die Möglichkeit entrissen worden, sich sofort ein klares Bild über die Reinheit derselben zu bilden. Die Merkmale, an denen er sonst Verfälschungen und Verwechslungen der ganzen Droge sofort erkennen konnte, sind nicht mehr vorhanden, sodass ihm kein anderes Mittel übrig bleibt, um die Reinheit des Pulvers zu konstatieren, als zu einer viel genauern Untersuchung zu schreiten, als das früher nötig war. Man hat auch die Notwendigkeit einer solchen Untersuchung frühzeitig erkannt, und entsprechende Methoden ausgearbeitet. Die ersten Untersuchungen wurden auf chemischem Wege ausgeführt, indem man die wirksamen Bestandteile einer gepulverten Droge quantitativ bestimmte. Es versteht sich von selbst, dass eine solche Untersuchung höchst wertvolle Resultate liefern muss, da sie uns zeigt, dass das Pulver genügend an wirksamen Bestandteilen enthält. Sie

ist aber nach mehreren Richtungen hin unvollkommen und gestattet uns nicht, alle Fragen zu beantworten, die nötig sind, um uns ein klares Bild über den Wert des vorliegenden Pulvers zu liefern. Es versteht sich von selbst, dass Verunreinigungen der Droge, die makroskopisch an der unzerkleinerten ohne weiteres zu erkennen wären, auf diese Weise oft nicht aufgefunden werden können. Da die Anforderungen der meisten Pharmakopöen an den Gehalt einer Droge an wirksamen Bestandteilen recht mässige sind, so kann man ein hochwertiges Drogenpulver mit so viel indifferenten Stoffen vermischen, dass den Forderungen der Pharmakopöen doch noch Genüge geleistet wird, während in Wirklichkeit die Ware als verfälscht zu beanstanden ist. Das beste Beispiel hiefür ist das kleinasiatische Opium, welches mit 14—15% Morphingehalt hergestellt wird, wogegen die Pharmakopöen meist nur einen solchen von 10—12% verlangen. Es ist vielfach gebräuchlich, hochwertiges Pulver durch Zusatz von indifferenten Stoffen, zum Beispiel Stärke, ungefähr auf das Minimum der gesetzlichen Anforderungen einzustellen; ein Verfahren, welches freilich in Dänemark sogar gesetzlich vorgeschrieben ist. Hier ist gleich noch ein anderer Punkt zu berühren. Es ist vorgekommen und vor den Gerichten verhandelt worden, dass man galenischen Präparaten die teuren Alkaloïde entzogen und durch billige ersetzt hat, sodass eine einfache Alkaloïdbestimmung keinen Verdacht gegen die Beschaffenheit des Präparates aufkommen liess. Die Möglichkeit, dass so etwas auch bei gepulverten Drogen vorkommen kann, liegt nahe.

Bei einer grossen Anzahl von Arzneidrogen kennen wir die wirksamen Bestandteile noch nicht genau; infolgedessen fehlt uns noch eine leicht durchführbare quantitative Bestimmungsmethode, und die Chemie wird uns hier vorläufig im Stiche lassen. Man hat natürlich diese Mängel der chemischen Wertbestimmung schon längst erkannt und wiederholt gefordert, dass ein grosses Gewicht auf die mikroskopische Beurteilung der Pflanzenpulver zu legen sei, welch letztere natürlich eine genaueste Kenntnis des anatomischen Baues voraussetzt, und man kann wohl sagen, dass die Fortschritte der Pharmakognosie nach dieser Richtung uns in den Stand setzen, allen Anforderungen gerecht zu werden.

Die Gewohnheit, pflanzliche Drogen im grossen zu pulvern und so in den Verkehr zu bringen ist nicht plötzlich gekommen. Dass man das bei den Gewürzen seit Jahrhunderten tut, ist bekannt, und ebenso bekannt ist es, dass dadurch der Verfälschung Tür und Tor geöffnet ist. Daher wird die Wichtigkeit der mikroskopischen Beurteilung derselben seitens der staatlichen Untersuchung immer mehr anerkannt. Auch manche Arzneidrogen, die sehr schwer zu pulvern sind, z. B. Strychnossamen, werden seit langem in dieser Form in den Handel gebracht. Aber wie ich

schon sagte, das allgemeine Umsichgreifen der Gewohnheit gehört der neuern Zeit an; und man kann wohl sagen, dass nicht nur das schönere, gleichmässigere Aussehen der im grossen hergestellten Pulver dabei eine Rolle gespielt hat, sondern dass auch die Bequemlichkeit dabei einen grossen Teil der Schuld trägt; obgleich das Pulvern mancher der hier in Betracht kommenden Drogen auch mit den einfachen Hülfsmitteln des gewöhnlichen pharmazeutischen Laboratoriums keine Schwierigkeiten bietet.

Zu denjenigen Pulvern, deren Selbstdarstellung erst in neuerer Zeit immer mehr verschwindet gehört das Digitalispulver, und fast alles, was ich im Vorstehenden schon sagte, lässt sich auf dasselbe anwenden. Wie ich zeigen werde, ist die Anzahl von Blättern, die als Verfälschung und Verunreinigung der Digitalisblätter in Betracht kommen, eine grosse. Über ihre wirksamen Bestandteile sind wir, trotz der zahlreichen Arbeiten der letzten 15 Jahre, noch so wenig orientiert, dass wir dieselben noch nicht genau kennen, um eine hinreichend bequeme und genaue Bestimmungsmethode derselben darauf aufzubauen. Wenn man andererseits bedenkt, dass Digitalis durch seine starke Wirkung auf das Herz zu den wichtigsten Arzneimitteln gehört, und dass alle Bemühungen der neuern Zeit, es durch andere Herzgifte, wie Adonis, Strophanthus ganz oder teilweise zu ersetzen, gescheitert sind, so dürfte klar auf der Hand liegen, dass der Apotheker und Drogist die unabweisliche Pflicht hat, der mikroskopischen Untersuchung des gekauften Digitalispulvers die allergrösste Aufmerksamkeit zuzuwenden. Diese Anforderung wird noch durch einen besondern Grund unterstützt. Das unzerkleinerte Digitalisblatt ist von so charakteristischem Aussehen, dass es leicht erkannt werden kann. Ganz anders beim gepulverten. Der Mangel an charakteristischen Elementen [Steinzellen, Fasern, Krystalle etc.] ist geradezu für die Droge charakteristisch. Es ist also hier besonders notwendig, den anatomischen Bau der Droge auf das genaueste zu studieren, um charakteristische Merkmale aufzufinden, die dann bei der Prüfung des Pulvers zu verwerten sind.

Ich gebe hier eine kurze Zusammenstellung derjenigen Arbeiten, die sich mit der Anatomie des Digitalisblattes und teilweise seiner Verfälschungen beschäftigt haben und auf die ich mich im Folgenden vielfach gestützt habe. 1875 bildet Planchon [L. 62][1]) die Gliederhaare, wenn auch ziemlich unvollkommen ab. 1879 gibt Wigand [L. 78] eine kurze Beschreibung des Baues des Blattes, die alles Wesentliche schon enthält, ebenso Oudemans [L. 59] 1880 etwas ausführlicher. Die Arbeit von Lemaire

[1]) Die unter L. (Literatur) angegebenen Nummern beziehen sich auf das am Schlusse der Arbeit angeführte Literaturverzeichnis.

[L. 44] 1882 bringt nichts Neues dazu. Ich übergehe eine Reihe von Pharmakognosien, deren Beschreibung sich in dem gewöhnlichen Rahmen bewegt und nenne nur einige Arbeiten, die wesentlich Neues bieten. So Arthur Meyer [L. 48] 1892. 1895 beschreibt Virchow [L. 76] die Anatomie und den Bau der Blattzähne wichtiger Drogen und wendet Digitalis besondere Aufmerksamkeit zu. Die ausführlichste Beschreibung geben dann Tschirch und Oesterle [L. 74] in ihrem Atlas. Glaser [L. 22] beschäftigt sich 1901 mit dem Pulver. Viel sorgfältiger und eingehender sind die Angaben von Koch [L. 40] in seinem Atlas über denselben Gegenstand.

Trotzdem ich soeben sagte, dass die Digitalisblätter in unzerkleinertem Zustande leicht erkannt werden können, ist die Anzahl derjenigen Blätter, die in der Literatur als Verfälschung aufgeführt sind, eine auffallend grosse. Ich muss es offen gestanden dahingestellt sein lassen, ob dieselben alle wirklich in praxi beobachtet sind, oder ob nicht das eine oder andere nur wegen der Ähnlichkeit mit dem Digitalisblatt und der daraus gefolgerten Möglichkeit einer Verwechslung oder Verfälschung genannt ist. Ich konnte selbstverständlich in meiner Arbeit solche Unterschiede nicht machen, sondern habe meine Aufmerksamkeit auf alle in diesem Sinne genannten Blätter richten müssen, habe aber überall die Angaben der Literatur über wirklich beobachtete Vorkommen unter der Digitalis angeführt.

Trotzdem die Zahl der Verfälschungen eine recht ansehnliche ist, so hat die Untersuchung fertig bezogener Pulver mich noch eine Anzahl kennen gelehrt, die die Literatur bisher nicht aufführt. Gerade unter diesen befinden sich Blätter, die dem Digitalisblatt so unähnlich sind [Citrus Aurantium L. und Artemisia vulgaris L.], dass man über die Unverfrorenheit, mit der solche Verfälschungen vorgenommen werden, nur staunen muss. Die Untersuchung hat mir aber auch gezeigt, dass man sehr vorsichtig darin sein muss, wenn man andere Blätter, die die Literatur als Verfälschung aufführt, als tatsächlich nicht beobachtet, sondern theoretisch ausgeklügelt zurückweisen will, wie ich es soeben andeutete; denn alle in der Literatur bisher als Verfälschung angeführten Blätter sind dem Digitalisblatt ausserordentlich viel ähnlicher, wie die soeben genannten.

Nach dem Angeführten war der Plan für die vorliegende Arbeit gegeben. Erstens galt es das Blatt von Digitalis purpurea L. morphologisch und anatomisch zu untersuchen, um charakteristische Merkmale aufzufinden, welche gestatten, in einem Pulver Digitalis positiv nachzuweisen. Zweitens waren die in der Literatur als Verfälschungen aufgeführten Blätter ebenso zu behandeln, um diejenigen Merkmale ausfindig zu machen, an denen man sie in einem Digitalispulver erkennen kann.

Drittens hatte ich eine grössere Anzahl von fertigen Pulvern, die aus Apotheken und Drogenhandlungen bezogen waren, zu untersuchen. Dabei hegte ich die Hoffnung, dass, wenn Verfälschungen vorkommen, diese doch von den schon als solche bekannten Pflanzen herrühren würden. In meinen Erwartungen wurde ich aber sehr getäuscht, denn ich fand in keinem einzigen Pulver auch nur eine der von mir vermuteten Pflanzen vor. Dagegen war es mir, wie schon gesagt, möglich, die Liste der alten um eine Anzahl neuer zu vermehren.

Selbstverständlich habe ich während der Untersuchung mein Augenmerk in allererster Linie auf dasjenige gerichtet, was für die Beantwortung der mir gestellten Fragen in Betracht kam. Einige Eigentümlichkeiten von botanischem Interesse, die mir aufgestossen sind, habe ich selbstverständlich nicht beiseite gelassen, sondern sie auch kurz berücksichtigt.

I. TEIL.

1. Digitalis purpurea L.

Digitalis purpurea L. ist eine zweijährige Pflanze. Die in den beiden Jahren produzierten Blätter sind voneinander verschieden. Im ersten Jahr bildet sie nur eine grundständige Rosette aus sehr grossen, langgestielten, länglich-eiförmigen Blättern, die mit dem bis 25 cm lang werdenden Stiel eine Länge von 60 cm und eine Breite von 15 cm erreichen können. Der Rand ist ungleich gekerbt, die Lamina verschmälert sich allmählich in den Blattstiel, so dass derselbe geflügelt erscheint. Im zweiten Jahr treibt dann die Pflanze einen beblätterten, blütentragenden Schaft. Nur diese, im zweiten Jahr hervorgebrachten Blätter dürfen arzneilich verwendet werden, nach den Arzneibüchern folgender Länder: Belgien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Italien, Japan, Niederlande, Norwegen, Oesterreich, Portugal, Schweden, Schweiz und Ungarn [L. 31]. Ich will hier gleich beifügen, dass ich die Blätter des ersten Jahres mit denjenigen des zweiten Jahres anatomisch verglichen habe, aber keinerlei Merkmale fand, welche gestatten würden, sie in fein zerkleinertem Zustande von einander zu unterscheiden. Ferner wird in den meisten Ländern gefordert, dass die Blätter von wildwachsenden Pflanzen eingesammelt werden müssen. Diese Vorschrift gilt in Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Norwegen, Portugal, Russland, Schweiz, Ungarn, während die Niederlande ausschliesslich kultivierte Blätter zulassen [L. 31].

Die Blätter des zweiten Jahres sind am Stengel spiralig angeordnet. Die wurzelständigen sind stark gedrängt und wie die untern Stengelblätter lang gestielt. Nach oben werden sie allmählich kleiner, mehr sitzend, weiter auseinander stehend und gehen endlich in die Deckblätter über, in deren Achse dann die Blüten sitzen. Die Blätter sind länglich-eiförmig bis länglich, endigen in eine stumpfe Spitze und die Lamina ist in den stumpf dreikantigen Blattstiel verschmälert, der mit einer breiten Basis dem Stengel ansitzt. Der Rand ist einfach, bisweilen doppelt, unregelmässig gekerbt, und die einzelnen Kerbzähne werden von einem kleinen, abgestumpften Spitzchen überragt. Die Blätter können bis 30 cm lang

und 15 cm breit werden. Infolge der kräftig entwickelten, auf der Unterseite stark hervorragenden Nervatur, wird die Oberseite des Blattes stark runzelig.

Das normale Blatt ist beiderseits stark behaart, doch ist die Behaarung auf der Unterseite viel stärker, so dass das Blatt hier eine weissgraue Farbe erhält, während die Oberseite dunkelgrün gefärbt ist. In seltenen Fällen sind beide Seiten des Blattes gleich stark filzig behaart [Thüringer Blätter]. Von diesem extremen Fall aus kann die Behaarung viel schwächer werden, bis zu fast kahlen Blättern, die allerdings meist von kultivierten Pflanzen herstammen, so dass von manchen Autoren [L. 18 u. 8] die schwache Behaarung direkt als ein Charakteristikum für kultivierte Pflanzen angegeben wird. Diese Angaben kann ich aber nicht bestätigen, da ich einerseits wildwachsende Pflanzen aus dem Schwarzwald sah mit fast kahlen Blättern und umgekehrt kultivierte mit äusserst kräftig entwickeltem, beidseitigem Haarfilz.

Besonders charakteristisch ist weiter die Nervatur des Blattes. Sie besteht aus einem kräftigen Hauptnerv, von dem jederseits 4—5 Sekundärnerven in spitzem Winkel abgehen. Anfangs laufen sie ein kurzes Stück fast parallel dem Hauptnerv, besonders die unteren Paare, und biegen dann in einem Winkel von 20—30° ab, der dann später in einen solchen von 30—50° übergeht. Die Sekundärnerven anastomosieren untereinander durch Nerven höherer Ordnung, die wie auch die übrigen auf der Unterseite des Blattes deutlich hervorragen. Hält man das Blatt gegen das Licht, so erscheint in den Maschen, die durch die bisher erwähnten Nerven gebildet sind, und welche, weil jetzt undurchsichtig, nicht zu sehen sind, ein feines Maschennetz zarter, durchscheinender Nerven höherer Ordnung. Die letzten feinen Nerven endigen meist gabelig geteilt im Blattgewebe.

Von Wichtigkeit ist ferner der Bau des gekerbten Blattrandes. Die konvexen Bögen zwischen den Kerben tragen ein knorpeliges, zapfenartig ausgebildetes Spitzchen, das bei ältern Blättern besonders deutlich zu sehen und dann meist statt hell und farblos, braun bis schwarz gefärbt ist. In jedem Zahn tritt der Zahnnerv gerade oder nur wenig schief von unten her ein, sich nach vorne auffallend pinselförmig verbreiternd. An seiner Spitze setzt sich jederseits ein Randnerv an, der, wenn auch viel schwächer, sich oft auch pinselförmig verbreitert. Es entsteht so jederseits vom Hauptzahnnerv eine meist dreieckige Figur. Tschirch und Oesterle [L. 74] betrachten diese Figuren als für Digitalis purpurea sehr charakteristisch, „da sie bei keiner der Verfälschungen ganz gleich wiederkehren“. Ich habe mich ebenfalls davon überzeugt, dass sie zweifellos zur Charakteristik des Blattes erheblich

beitragen, muss aber bemerken: erstens, dass sie oft nicht deutlich ausgeprägt sind, da der Verlauf der beiden Seitennerven häufig ein recht unregelmässiger ist, und das Dreieck durch zahlreiche Nervenanastomosen sehr undeutlich werden kann; und dass zweitens fast identische Bildungen bei Salvia Sclarea L. und Verbascumarten wiederkehren [vgl. Tafel I, Fig. 10; Tafel II, Fig. 8—10 und 17].

Auf der Blattoberseite trägt jedes Spitzchen eine Wasserspalte [vgl. Tafel I, Fig. 5], die von recht wechselnder Gestalt ist und deren Grösse innerhalb folgender Werte schwankt: Durchschnitt 56 μ : 53 μ; Max. 70 μ : 55 μ. Ihr Umriss ist gewöhnlich durch den Druck der benachbarten Epidermiszellen unregelmässig buchtig.

Die Form der Epidermiszellen der Oberseite ist oft beim gleichen Blatt eine ausserordentlich wechselnde. Es kommen geradlinig-polygonale und stark buchtige mit allen Zwischenformen vor [vgl. Taf. I, Fig. 1 u. 2]. Ueber den Nerven sind die Zellen in der Richtung des Verlaufes der Nerven gestreckt. Die Radialwände zeigen keinerlei poröse Verdickungen, im Gegensatz zu Digitalis ambigua, wo deutliche Verdickungen vorkommen. Cuticularstreifung kommt nur gegen den Rand zu vor, und auch da ist sie schwach entwickelt. Die Grösse der Epidermiszellen kann bis 78 μ betragen.

Die Epidermiszellen der Unterseite sind stets stark buchtig ineinandergreifend, die Grösse beträgt 75 μ—92 μ. Die Radialwände sind gewöhnlich auch hier nicht porös verdickt, doch treten solche Verdickungen zuweilen über den Nerven auf, im Gegensatz zur Oberseite, wo sie auch über den Nerven vollständig fehlen. Die Zellen, die eine Haarbasis tragen, sind weniger stark gebuchtet und auch grösser als die andern Epidermiszellen. Die Cuticula zeigt häufig deutliche Streifung.

Spaltöffnungen kommen auf beiden Seiten vor, doch ist ihre Anzahl auf der Oberseite eine verschwindend kleine. Gegen den Rand hin nimmt sie etwas zu, und dort sind sie oft zu kleinen Gruppen vereinigt. In 50 Beobachtungen fand ich auf der Oberseite bei 335facher Vergrösserung in 34 Fällen keine, in 7 nur eine, in 8 je 2—5 Spaltöffnungen. In einem einzigen Fall waren es sogar 7 pro Gesichtsfeld. Dabei beziehen sich die letzten Resultate auf Stellen am Rande. Auf der Unterseite fand ich bei gleicher Vergrösserung und in gleich vielen Beobachtungen im Maximum 60, im Minimum 15 und im Durchschnitt 36. Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, dass das Zahlenverhältnis der Ober- zur Unterseite gleich 1 : 36 ist. Die Spaltöffnungen sind auf beiden Seiten von länglich ovaler Form, sie besitzen keine Nebenzellen. In 50 Messungen schwankt die Länge von 20 μ — 40 μ, die Breite von 18 μ — 30 μ, und der Durchschnitt ermittelt sich zu 30 μ : 23 μ. Ich

habe geglaubt ausser den sofort zu besprechenden Haaren, den Spaltöffnungen besondere Aufmerksamkeit zuwenden zu müssen, da dieselben im Pulver häufig unversehrt vorkommen und ein Merkmal von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit darstellen.

Wie schon erwähnt, ist Digitalis purpurea sehr stark behaart und zwar im allgemeinen auf der Unterseite mehr wie auf der Oberseite, und dann sind wieder die Nerven, sowie der Blattrand dichter behaart als die übrige Lamina. Es kommen sowohl Glieder- als auch Drüsenhaare vor [vgl. Taf. I, Fig. 9]. Die Gliederhaare bestehen gewöhnlich aus 2—4 dünnwandigen Zellen; in seltenen Fällen sind es deren 5—6. In der Zahl der Glieder liegt ein Unterschied gegenüber Digitalis ambigua und verweise ich auf die dort mitgeteilte Tabelle. Die Dicke der mittleren Zellen schwankt zwischen 20 μ und 30 μ; diejenige der Basalzelle von 20 μ — 50 μ. Die Haare endigen mit einer stumpfen, oft etwas umgebogenen Endzelle. Die Haare sind gerade oder doch nur wenig gekrümmt. Ganz besonders charakteristisch ist, dass einzelne ihrer Zellen zusammengefallen sind, so dass sie fast stielförmig erscheinen. Diese Erscheinung ist für die Erkennung des Digitalispulvers von ganz hervorragender Wichtigkeit, da ich diese zusammengefallenen Zellen in jedem Pulver mit leichter Mühe habe auffinden können. Ich hebe das ganz besonders hervor, da die Literatur dieses Vorkommen bisher gar nicht oder viel zu wenig berücksichtigt hat. Haare mit zusammengefallenen Zellen finden sich bei wilden Pflanzen häufiger, als bei kultivierten. Tschirch und Oesterle [L. 74] geben an, dass Cuticularwarzen oder Cuticularleisten sich nicht finden oder aber sehr schwach angedeutet sind, was für die Diagnose wichtig sei. Nach meinen Beobachtungen verhält sich die Sache folgendermassen: Bei Blättern kultivierter Pflanzen sind die Wärzchen oder Leisten schwach und können auch ganz fehlen. Bei den Haaren wildwachsender Pflanzen, die ich in den Vogesen und im Schwarzwald selbst gesammelt habe, sind sie stets deutlich, oft sogar stark entwickelt. Gegen die Spitze des Haares nehmen sie zu. Da die Pharmakopöen fast ausnahmslos Blätter wildwachsender Pflanzen verlangen, so wird man gerade das deutliche Vorhandensein der Warzen resp. Leisten als charakteristisch hervorheben müssen. Dazu kommt, dass die einzelnen Zellen der Haare bei den Blättern wildwachsender Pflanzen kürzer und breiter sind als bei kultivierten. Die Epidermiszelle, aus deren Ausstülpung das Haar hervorgeht, teilt sich häufig durch eine Querwand, sehr selten tritt eine zweite Wand auf, so dass dann die Basis aus zwei oder drei Zellen besteht. Es gibt das, wie man sehen wird, einen Unterschied von Digitalis ambigua. Neben den Gliederhaaren kommen Drüsenhaare vor. Man kann zwei Formen unterscheiden, die durch Übergänge verbunden sind:

Erstens kurze Drüsenhaare mit ein- bis zweizelligem Stiel, deren Köpfchen selten einzellig, meistens zwei-, ausnahmsweise auch drei- bis vierzellig ist. Sie finden sich auf den Nerven. Zweitens lange Drüsenhaare mit gewöhnlich vierzelligem Stiel und stets einzelligem Köpfchen. Diese letztere Form kommt vorzugsweise auf der Lamina und nicht auf den Nerven vor. Im Pulver fallen die mehrzelligen Köpfchen der kurzen Drüsenhaare häufig auf.

Im Querschnitt durch das Blatt ist der Hauptnerv auf der Oberseite schwach eingesenkt, auf der Unterseite ragt er in Form eines mit stumpfer Spitze endigenden Dreiecks hervor [vgl. Taf. I Fig. 14]. Über ihm besteht die Epidermis der Oberseite aus kleinen, hohen Zellen, deren Aussenwände schwach vorgewölbt und verdickt sind; ebenso sind die Innenwände verdickt. Die Cuticula ist fein gefaltet und sehr dünn. Unter der Epidermis folgt Parenchym, aus grossen, dünnwandigen Zellen bestehend. Das Gefässbündel ist ein einfaches, halbmondförmig gebogenes, kollaterales Bündel und besitzt oben und unten einen mechanischen Belag von collenchymatisch verdickten Zellen. Die Epidermis der Unterseite besteht im Querschnitt aus quadratischen Zellen, deren Aussenwände verdickt, schwach vorgewölbt und ebenfalls von einer gefalteten Cuticula überzogen sind. Unter der Epidermis sind die darauf folgenden 2—3 Zellreihen schwach collenchymatisch verdickt. Die Nerven höherer Ordnung zeigen den gleichen Bau, nur fehlt bei den kleinen der Collenchymbelag. Die letzten, in den Facetten der Lamina blind endigenden Zweige der Gefässbündel bestehen aus zwei Ring- oder Spiralgefässen.

Auf dem Querschnitt durch die Lamina sind die Epidermiszellen der Oberseite schwach vorgewölbt und besitzen eine wenig verdickte Aussenwand. Darauf folgt eine einzige Schicht von Palissaden, deren Grösse im Max. 63 μ : 23 μ, im Durchschnitt 50 μ : 17 μ beträgt. Selten sind sie durch Querwände gefächert. Das Schwammparenchym gibt zu Bemerkungen keine Veranlassung. In letzterem, sowie im Parenchym der Nerven und natürlich besonders in der Stärkescheide um die Gefässbündel befindet sich ziemlich reichlich Stärkemehl, dessen Körnchen einzeln oder zusammengesetzt aus bis 4 Teilkörnern bestehen [vgl. Taf. I, Fig. 7]. Sie messen 7—10 μ und sind denen im Blattstiel gleich. Die in den Chlorophyllkörnern befindlichen Stärkekörner habe ich nicht berücksichtigt. Die Epidermiszellen der Unterseite sind flacher als die der Oberseite und ihre Aussenwände selten vorgewölbt. Die Spaltöffnungen liegen auf beiden Seiten im Niveau der Epidermiszellen oder sind nur ganz wenig darüber hervorgehoben.

Der Bau des Blattstieles der untern Blätter verhält sich genau wie der des Blattes selbst. Ein wichtiger Unterschied besteht aber darin,

dass im Stiel der untere Collenchymbelag des Gefässbündels verholzt ist, was im Blatt selbst nicht der Fall ist. Mehrere Pharmakopöen, so die dänische, rumänische und schweizerische verlangen, dass man vor dem Gebrauch die Blattstiele und stärkeren Rippen aus dem Blatt entfernen soll, weil dieselben relativ arm an wirksamen Glykosiden sind, wogegen die internationale Pharmakopöe-Kommission 1903 in Brüssel festgesetzt hat, dass das ganze Blatt zu verwenden sei. Andere Merkmale, um den Stiel zu erkennen, als das eben angegebene, den verholzten Collenchymbelag, wüsste ich nicht anzuführen. Höchstens kommt noch in Betracht, dass ein Pulver aus dem ganzen Blatt relativ reich sein wird an Gefässbruchstücken. Genaue Zahlenangaben darüber kann man aber nicht machen und in der Praxis würde ein solches Merkmal schwer zu verwerten sein.

Bei der Untersuchung einer grössern Menge von Digitalispulvern fielen mir nicht selten Elemente auf, die nicht aus den Blättern stammen konnten. Da alle Andeutungen für Anwesenheit eines fremden Blattes fehlten, vielmehr die Ähnlichkeit dieser Elemente mit denjenigen der Digitalisblätter in die Augen fiel, so vermutete ich, dass man beim Pulvern nicht nur die ganzen Blätter, sondern auch die Stengel verwendet hatte. Diese Vermutung wurde durch die Untersuchung des Stengels auch bestätigt.

Der Stengel ist ebenfalls dicht behaart und es kommen sowohl Glieder- wie auch Drüsenhaare vor, letztere allerdings in sehr geringer Menge. Für die Gliederhaare ist hier besonders charakteristisch, dass das erste Glied scharf umgeknickt ist, wodurch der Eindruck hervorgerufen wird, die Basis sei durch eine Scheidewand geteilt. Ebenso ist auffallend, dass die Zellen viel seltener eingefallen sind; dagegen sind die Haare vielfach umgebogen.

Die Epidermis besteht aus langgestreckten polygonalen Zellen, deren Radialwände nicht getüpfelt sind; dagegen besitzt die Cuticula deutliche, in Längslinien angeordnete Wärzchen.

Der Querschnitt durch den Stengel ist rund und durch die herablaufenden Blätter geflügelt. Die Epidermis besteht aus hohen, rechteckigen Zellen mit wenig verdickter Innen- und Aussenwand, welch letztere von der dünnen, mit Warzen versehenen Cuticula überzogen wird. Collenchym fehlt. Der Gefässzylinder trägt aussen einen starken Belag von Fasern, die schwach verholzt sind. Die Gefässe sind Spiral- und Tüpfelgefässe; letztere fehlen dem Blatt. Das zentrale Mark ist häufig teilweise geschwunden; es besteht aus getüpfeltem, verholztem Parenchym. Gegen das Zentrum, wo das Mark oft geschwunden ist, sind die Zellen nicht mehr verholzt. Das Mark, sowie das Parenchym der Rinde enthält Stärke in Einzelkörnern, bei denen sich zwei Formen unterscheiden lassen.

Kugelförmige, kleine Körner, die 2,5 μ—7 μ, durchschnittlich 6 μ messen, und welche den Stärkekörnern des Blattes gleich sind, und grosse Körner, die 12—15 μ messen Die letztern sind häufig linsenförmig, wie die Körner der Weizenstärke. Sie waren mir im Pulver aufgefallen und haben mir Veranlassung gegeben, die Achse zu untersuchen. Als Gewebselemente des Stengels, die seine Anwesenheit im Pulver der Droge verraten, nenne ich ausser den Stärkekörnern die Tüpfelgefässe, die Fasern, sowie das verholzte, getüpfelte Parenchym des Marks. Nach meinen Beobachtungen fallen die Fasern und die grossen Stärkekörner am leichtesten auf.

Die Tatsache, dass Stengel nicht selten mit zum Pulver verarbeitet werden, legte es mir nahe, auch andern oberirdischen Teilen der Pflanze meine Aufmerksamkeit zuzuwenden; namentlich den Blüten und den Früchten. Zumal eine Reihe von Arzneibüchern, so das belgische, finnische, französische, japanische, niederländische, norwegische, österreichische, rumänische, schwedische, schweizerische, ungarische [L. 31], ausdrücklich verlangen, die Droge während der Blütezeit zu sammeln. Die portugiesische Pharmakopöe verlangt, dass sie vor Beendigung der Blütezeit zu sammeln seien, wo also schon sicher eine grosse Zahl von Früchten ausgebildet ist. Elemente der Blüte habe ich, abgesehen von vereinzelten Pollenkörnern, die mir einmal im Pulver aufgestossen sind, nicht gefunden. Die Pollenkörner [vergl. Taf. I. Fig. 4] sind rundlich, lassen Warzen und Stacheln der Exine nicht erkennen. Dagegen fallen die schlitzförmigen Austrittstellen des Pollenschlauches leicht auf. Sie messen 20—25 μ. Wenn sie vereinzelt im Pulver gefunden werden, sollte das keinen Anlass zur Beanstandung geben.

Elemente der Fruchtschale und des Samens habe ich nie gefunden, will aber eine kurze Beschreibung der erstern hier folgen lassen.

Die Epidermiszellen der Fruchtschale sind isodiametrisch, geradlinig polygonal, Spaltöffnungen fehlen vollständig. Von Trichomen habe ich nur Gliederhaare gefunden, die sich nicht von denjenigen des Blattes unterscheiden. Auf einem Querschnitt besitzen die Epidermiszellen eine äusserst stark verdickte Aussenwand, die von einer dünnen Cuticula überzogen wird. Die Innenwände sind ebenfalls verdickt, wenn auch schwächer, und die Zellen sind bei der nicht völlig ausgereiften Frucht häufig erfüllt mit rundlichen, kleinen Stärkekörnern. Es folgen nun 5—7 Schichten eines dünnwandigen Parenchyms, dessen Zellen oft zusammengedrückt sind, und die auch Stärke enthalten. Die jetzt folgende Steinzellenschicht kann besonders unter den Gefässbündeln häufig doppelt sein. Die Zellen sind getüpfelt, an der Aussenwand und den Innenwänden stark verdickt. Im Querschnitt sind sie quadratisch, im Tangentialschnitt unregelmässig buchtig. Die Grenzen der einzelnen Zellen sind schwer

zu erkennen. Dann folgt nach innen eine Schicht kurzer, verholzter, getüpfelter Fasern, deren Stellen auf den beiden Klappen der Fruchtschale quer verlaufen. Ich wiederhole noch einmal, dass ich von diesen charakteristischen Elementen nie im Pulver etwas gefunden habe.

Zum Schluss dieser Darstellung habe ich eine Eigentümlichkeit des Digitalisblattes zu besprechen, die mir wiederholt aufgestossen ist und zu der ich in der Literatur kein vollständiges Analogon gefunden habe. Wenn dieselbe auch für den praktischen Zweck meiner Arbeit ohne Bedeutung ist, so glaube ich doch, sie nicht übergehen zu dürfen. Man findet an der Unterseite des Hauptnerven, wo derselbe also stark hervorragt und speziell wo er an die Lamina grenzt, die Epidermis häufig hypertrophiert, wodurch sie sich blasenförmig von dem darunter liegenden Gewebe abhebt. Das habe ich auch bei andern Blättern gefunden und werde es wiederholt noch zu erwähnen haben. Während aber bei den andern Blättern die abgehobene Epidermis sowohl wie das darunter liegende, frei gewordene Gewebe nicht weiter verändert wird, ist es hier anders. Es findet eine Cuticularisierung statt an der Innenwand der abgehobenen Epidermiszellen und an der Aussenwand des freigelegten Gewebes, welches letztere dadurch den Charakter einer neuen Epidermis erhält. Ja die Ähnlichkeit geht noch weiter, da auf dieser innern Epidermis Gliederhaare und Drüsenhaare, wie sie die normale Epidermis trägt, entstehen. Diese neue Epidermis unterscheidet sich von der alten nur dadurch, dass sie keine Spaltöffnungen trägt; wenigstens habe ich keine auf ihr finden können. In der blasenförmig abgehobenen Epidermis gehen häufig noch tangentiale Zellteilungen vor sich, sodass sie streckenweise zwei-, auch dreischichtig wird [vgl. Taf. I, Fig. 9]. In der Nähe solcher Blasen kann man ihre Anfangsstadien leicht auffinden, indem man Stellen findet, die sich über wenige Epidermiszellen erstrecken und Cuticularisierung sowohl der Innenwand der Epidermiszellen, wie der Aussenwand der darunter liegenden Stellen zeigen. Es tritt an dieser Stelle dann sehr bald eine Spaltung beider Zellschichten ein.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, ist es mir nicht gelungen nachzuweisen, ob alle in der Literatur angeführten Verfälschungen und Verwechslungen von Digitalis purpurea auch wirklich in der Praxis vorgekommen sind. Für viele derselben ist es mir möglich geworden, bestimmte Angaben über ihr Vorkommen aufzufinden, während für eine Anzahl mir ein solcher Nachweis unmöglich zu erbringen ist. Dass es notwendig ist, sie trotzdem zu beschreiben, habe ich ebenfalls schon in der Einleitung gesagt. Verfolgt man in der Literatur die verschiedenen Angaben über das Vorkommen der Verfälschungen rückwärts, so findet man in der 1824 von Kunze [L. 42] herausgegebenen medizinischen Botanik noch keine

einzige angeführt. 1828 führt Nees von Esenbeck in seinen Plantae officinales [L. 57] bereits Verbascumarten und Symphytum auf, während 1832 Martius in seinem Grundriss der Pharmakognosie des Pflanzenreichs [L. 46, a] schon fast alle jetzt bekannten Verfälschungen nennt, die von nun an in den meisten Pharmakognosien und pharmazeutischen Botaniken wiederkehren, so in der ebenfalls von Nees v. Esenbeck und Dierbach 1839 herausgegebenen pharmazeutischen Botanik [L. 58]. 1854 aber schreibt Martiny [L. 46] in seiner Enzyklopädie der med.-pharmazeutischen Naturalienkunde: »Man nennt viele Pflanzen, mit welchen Digitalis verwechselt worden sein soll. Es wird jedoch mit den wenigsten jemals vorgekommen sein, obschon nicht zu verkennen ist, dass einige derselben zuweilen statt der Digitalis purpurea vorkommen und wegen grösserer Ähnlichkeit mit ihr bei Unvorsichtigkeit verwechselt worden sind.« Von Zeit zu Zeit tauchen wieder neue Verwechslungen auf, doch ist ihre Zahl aus neuerer Zeit eine geringere. Über das Vorkommen der einzelnen Verfälschungen werde ich bei der Besprechung des betreffenden Blattes jeweilen kurz zurückkommen.

II. TEIL.

Als Verfälschungen und Verwechslungen der Digitalis purpurea in der Literatur angeführte und in der Praxis beobachtete Blätter.

A. Digitalis-Arten.

1. Digitalis ambigua Murray.

Zu den am frühesten aufgeführten Verfälschungen, jedenfalls besser gesagt Verwechslungen, gehört Digitalis ambigua Murray [syn. Digitalis ochroleuca Jacquin, und Digitalis grandiflora Lam.]. Sie wird zum ersten Mal erwähnt 1832 von Martius [L. 46, a] und findet sich von da an angeführt in den Werken von Nees v. Esenbeck [L. 58], Schroff [L. 70], Martiny [L. 46], Berg [L. 7]. Dann wird sie weiter angeführt bei Henkel [L. 29], Planchon [L. 62], Oudemans [L. 59], Wittstein [L. 82], Geissler u. Möller [L. 21], Tschirch u. Oesterle (L. 74] und Fischer-Hartwich [L. 16]. Eine besondere Bemerkung über ihre pharmakologische Bedeutung macht Schleiden [L. 67], indem er anführt, dass Digitalis purpurea durch Digitalis ochroleuca Jacquin, wo diese einheimisch ist, substituiert werden könne, indem letztere sicherer wirke als die echte Droge. Zu gleichem Resultat kommt Paschkis [L. 60] in einer Studie über die verschiedenen Digitalisblätter. So interessant und wichtig eine Untersuchung der Pflanze nach dieser Richtung gerade für die Schweiz, wo Digitalis purpurea ganz oder so gut wie ganz fehlt, sein würde, so lag es von meinem Thema doch zu weit ab, und ich muss mich mit diesem kurzen Hinweis begnügen, wobei ich nur noch hinzufüge, dass es auch aus neuester Zeit nicht an Angaben fehlt, nach denen Digitalis ambigua stark wirkende Glykoside enthält.

Die Blätter von Digitalis ambigua Murr. sind glatt (niemals runzelig), lang, schmal lanzettlich und endigen mit einer deutlichen Spitze, die besonders ausgeprägt an den obern kleinen Blättern ist. Die Länge der untern Blätter beträgt 13—20 cm. Nach oben nimmt die Grösse rasch ab und die Blätter gehen allmählich in die Deckblätter des Blütenstandes über. Nur die untersten, grundständigen Blätter verschmälern sich in den Blattstiel, der hier immer viel kürzer ist als bei Digitalis purpurea. Die

übrigen Blätter sind sitzend und halbstengelumfassend. Der Rand ist unregelmässig scharf gezähnt, und die Farbe des Blattes ist beiderseits ungefähr eine gleichmässig dunkel- bis hellgrüne. Die Ober- und Unterseite, sowie der Rand sind behaart, aber lange nicht so kräftig wie bei Digitalis purpurea.

Das Blatt ist von einem Hauptnerv durchzogen, von dem jederseits 4–5 Seitennerven unter einem sehr spitzen Winkel abgehen. Bei den untersten Nerven eines Blattes beträgt er durchschnittlich 10—16°, bei den mittleren 20—25°, und bei den obersten ist er wieder derselbe wie bei den untersten. Die Seitennerven verlaufen nach der Abzweigung zuerst in gerader Linie gegen den Rand zu, biegen dann nach oben um, und ziehen sich nun dem Rande fast parallel laufend gegen die Spitze zu, indem sie durch Anastomosen mit dem nächst höhern einen nicht immer deutlich ausgebildeten Randnerv bilden. Die Nerven höherer Ordnung sind schwach entwickelt, sodass die von ihnen gebildeten Maschen viel grösser sind als die Digitalis purpurea. Die für die letztere so charakteristischen, durchscheinenden Nerven fehlen ganz.

In die Blattzähne verläuft in ausserordentlich spitzem Winkel (im Gegensatz zu Digitalis purpurea) eine Abzweigung des Randnervs, die sich im Zahn pinselförmig ausbreitet. Schon vorher teilt sich dieser Tertiärnerv und bildet polygonale Maschen, die sich jederseits wie bei Digitalis purpurea an den verbreiterten, pinselförmigen Hauptnerven anlegen. Die Formen sind aber hier ausserordentlich unbestimmt, sodass ein charakteristisches Bild nicht entsteht, wogegen, wie ich noch einmal hervorhebe, das schiefe Eintreten des Zahnnerven charakteristisch ist [vgl. Taf. I, Fig. 11].

Die Epidermiszellen der Oberseite waren bei den einzelnen untersuchten Blättern nicht gleich. Während bei einigen die Zellen geradlinig polygonal sind, oder nur schwach buchtig ineinander greifen, sind sie bei andern Blättern fast durchweg stark buchtig [vgl. Taf. I, Fig. 21]; besonders gilt das für eine Pflanze, die ich in Locarno eingesammelt habe. Die Radialwände sind meist sehr deutlich porös verdickt. Die Epidermis der Oberseite lässt schwache Cuticularwärzchen erkennen. Ein deutliches Merkmal gegenüber Digitalis purpurea ist die Grösse der Epidermiszellen, die bei Digitalis ambigua im Durchschnitt 86 μ, im Maximum 120 μ beträgt, während bei Digitalis purpurea die entsprechenden Werte 53 μ und 78 μ sind [Durchschnitt aus je 20 Messungen]. Die Epidermiszellen der Unterseite sind stets buchtig ineinander greifend, und nur über den grössern Nerven werden sie geradlinig-polygonal. Auch hier zeigt die Pflanze von Locarno die stärkste Buchtung [vgl. Taf. I, Fig. 20]. Die porösen Verdickungen der Radialwände sind weniger deutlich ausgeprägt als auf der

Oberseite und fehlen häufig vollständig. Die Cuticula zeigt bisweilen eine schwer erkennbare Streifung. Die Grösse der Zellen beträgt 70 μ bis 95 μ.

Spaltöffnungen treffen wir auf beiden Seiten. Das Verhältnis des Vorkommens auf Ober- und Unterseite ist wie 5 : 22. In manchen Fällen können sie auf der Oberseite gänzlich fehlen [Exemplare von der Lägern bei Baden]. Die Spaltöffnungen sind länglich oval bis kreisrund. Nebenzellen fehlen. Diejenigen der Oberseite sind im Durchschnitt etwas grösser als die der Unterseite. Als Durchschnittswerte mögen folgende Zahlen dienen. Oberseite 40 μ : 30 μ; Unterseite 34 μ : 27 μ. Beiderseits liegen die Spaltöffnungen im Niveau der Epidermis.

Die Behaarung besteht aus Glieder- und Drüsenhaaren; erstere jedoch an Zahl stark überwiegend. Die Basalzelle des Haares ist häufiger geteilt, wie bei Digitalis purpurea, es kommen bis zu 5 Teilzellen vor [vgl. Taf. I, Fig. 20 und 21]. Die Zahl der Glieder ist bei Digitalis ambigua meistens eine grössere, als bei Digitalis purpurea, wo wir gewöhnlich 3—4, selten 5 Zellen haben. Auch sind die einzelnen Zellen verschieden in ihrer Breite. Die unterste Zelle ist meistens bedeutend breiter und misst 50 μ — 70 μ, während die darauffolgenden 20 μ — 40 μ messen. Aus je 500 Zählungen ergibt sich folgendes Verhalten der Haare bei Digitalis ambigua und Digitalis purpurea in % ausgedrückt.

Zahl der Glieder	2—3	4	5	6—7
Digit. purpurea .	28%	57%	14%	1%
» ambigua .	7%	35%	45%	11%

Die Haare besitzen eine sehr stark warzige Cuticula, die Spitze ist stumpfer als bei Digitalis purpurea. Ganz analog, wie bei dieser, aber nicht so häufig sind einzelne Zellen der Gliederhaare zusammengefallen. Spärlicher wie die Glieder- sind die Drüsenhaare, die hauptsächlich gegen den Rand und auf den Nerven vorkommen. Sie sind identisch mit denen von Digitalis. purpurea.

Wie bei allen von mir untersuchten Digitalisarten fehlen auch hier Oxalatkrystalle vollständig.

Auf den Blattzähnen kommen Wasserspalten vor, und im Gegensatz zu Digitalis purpurea, wo sie stets in der Einzahl vorkommen, treffen wir sie hier meist in Gruppen aus 2—4 an. Die durchschnittliche Grösse ist 42 μ : 41 μ [Max. 50 μ : 42 μ], [vgl. Taf. I, Fig. 6].

Betrachtet man den Blattrand bei starker Vergrösserung, so sind die Epidermiszellen nicht oder nur sehr wenig vorgewölbt; infolgedessen stellt er eine nahezu gerade Linie dar [vgl. Taf. I, Fig. 17].

Auf dem Querschnitt durch die Lamina besteht die Epidermis der Oberseite aus rechteckigen Zellen, deren Aussenwände schwach verdickt und meist deutlich papillös vorgewölbt sind. Die Unterseite besteht aus gleichgeformten Zellen, doch ist die Aussenwand gar nicht oder nur schwach vorgewölbt. Auf die Epidermis folgt eine einfache Palissadenschicht, die aus kurzen, dicken Zellen besteht, deren Grösse durchschnittlich 56 μ : 20 μ ist. Darauf folgt normal ausgebildetes Schwammparenchym mit grossen Intercellularräumen.

Im Querschnitt ist der Hauptnerv auf der Oberseite stark rinnenförmig vertieft und ragt auf der Unterseite leistenförmig hervor. Die Epidermis der Oberseite besteht aus quadratischen Zellen mit mässig verdickter, schwach vorgewölbter Aussenwand, die von einer dünnen, deutlich gefalteten Cuticula überzogen wird. Auf die Epidermis folgt direkt aus grossen, dünnwandigen Zellen bestehendes Parenchym. In der Mitte ist das halbmondförmig gekrümmte Gefässbündel, welches auf der Ober- und Unterseite durch Collenchym geschützt ist. Unter der Epidermis der Unterseite befindet sich ein ganz schwach ausgebildeter, aus ein bis zwei Zellen bestehender Collenchymbelag, der sich gegen die Oberseite zu bald verliert. Darauf folgt die Epidermis der Unterseite, deren kleine, quadratische Zellen eine verdickte und wenig vorgewölbte Aussenwand besitzen. Die sie überziehende Cuticula ist nur andeutungsweise gefaltet.

2. Digitalis lutea L.

Wie Digitalis ambigua wird auch Digitalis lutea L. [syn. Digitalis parviflora Lam.] in der neuern Literatur als Verwechslung der ächten Droge angeführt, doch sind die Angaben viel spärlicher. Zum ersten mal finde ich eine Notiz über die Möglichkeit einer Verwechslung bei Flückiger [L. 18] im Jahr 1867. Von jetzt an findet sie Erwähnung in den Werken von Geissler und Möller [L. 21], Flückiger [L. 19], Fischer-Hartwich [L. 16] und Tschirch und Oesterle [L. 74].

Die Blätter sind bis 17 cm lang und bis 4 cm breit, lanzettförmig und höchstens die untern ganz kurz gestielt. Die obern sind sitzend, halbstengelumfassend und gehen allmählich in die Deckblätter des Blütenstandes über. Die Farbe ist beiderseits hellgrün, die Oberseite ist stark glänzend. Der Rand ist schwach gezähnt.

Die Nervatur des Blattes ist ähnlich derjenigen von Digitalis ambigua. Die Sekundärnerven gehen unter einem Winkel von 15—18°, im Maximum 25° ab. Über ihren Verlauf, sowie das Vorkommen von Nerven höherer Ordnung gilt das bei Digitalis ambigua gesagte; ebenso gilt das für den Bau der Blattzähne und ihrer Nervatur [vgl. Taf. I, Fig. 12]. Es war

mir wenigstens nicht möglich, scharfe und gut zu charakterisierende Unterschiede zu finden. Auf den Blattzähnen kommen ebenfalls Wasserspalten vor, doch sind es im Maximum deren 2. Sie können aber auch gänzlich fehlen, oder es ist nur eine einzige vorhanden. Ihre Durchschnittsgrösse ist 47 μ : 40 μ [Max. 65 μ : 48 μ]. Betrachtet man den Blattrand bei starker Vergrösserung, so sind die Epidermiszellen stark papillös vorgewölbt, sodass der Rand wie mit abgerundeten Zähnen besetzt erscheint [vgl. Taf. I, Fig. 18].

Besonders charakteristisch für die Blätter von Digitalis lutea ist das fast vollständige Fehlen jeder Behaarung. Diese ist auch das Hauptmerkmal, an dem man ein grösseres Blatt von Digitalis lutea von einem ungefähr gleich grossen Ambiguablatt unterscheiden kann. Die vorkommenden Haare sind dieselben wie bei Digitalis ambigua.

Die Epidermiszellen der Oberseite sind sehr verschieden, je nach der Stelle des Blattes, der man sie entnimmt, und die Unterschiede sind so markante, dass ich zuerst glaubte, irgend ein anderes Blatt noch vor mir zu haben. Nur die Tatsache, dass ich das Material selbst gesammelt hatte, konnte in mir jeden Zweifel ausschliessen. Ich untersuchte nun die Epidermis an den verschiedensten Stellen, und fand dabei folgendes: Am Grunde des Blattes wird die Epidermis der Oberseite gebildet durch geradlinig-polygonale Zellen, deren Wände stark porös verdickt sind. Rücken wir allmählich gegen die Spitze des Blattes vor, so werden die porösen Verdickungen schwächer und verschwinden zuletzt vollständig. Die Radialwände bleiben auch nicht mehr geradlinig, sondern beginnen sich schwach wellenförmig zu biegen. Die Einbuchtungen werden immer deutlicher, bis wir zu der Form kommen, die wir bei den andern Digitalisblättern auch finden. Ich habe diese Unterschiede bei den andern Digitalisarten nicht gefunden. Über den Nerven sind die Zellen gestreckt, geradlinig-polygonal und zeigen nur auf dem Hauptnerven poröse Verdickungen, die nach oben abnehmen. In der Grösse der Epidermiszellen ist ein Unterschied von Digitalis ambigua nicht zu konstatieren. Sie messen im Durchschnitt 91 μ, im Maximum 128 μ.

Die Epidermis der Unterseite besteht aus verschieden stark gebuchteten Zellen, deren Grösse im Durchschnitt 96 μ, im Maximum 125 μ beträgt. Gegen den Rand zu werden sie bisweilen geradlinig-polygonal, wie auf den Nerven. Die Radialwände sind auf der Lamina selten, über den Nerven und gegen den Rand zu häufiger porös verdickt.

Spaltöffnungen kommen beiderseits vor. Das Verhältnis von Ober- zu Unterseite ist 1 : 3. Die Form ist verschieden, von länglich-ovalen bis zu kreisrunden haben wir alle Übergänge. Die Spaltöffnungen sind stets ohne Nebenzellen, und ihre durchschnittliche Grösse beträgt 40 μ : 33 μ.

Der Querschnitt durch die Lamina lässt Unterschiede von Digitalis ambigua nur in der Grösse der Palissaden erkennen. Die durchschnittliche Grösse beträgt 60 μ : 21 μ. Die Aussenwand der Epidermiszellen der Oberseite ist stärker papillös vorgewölbt, als bei Digitalis ambigua.

Der Mittelnerv ist auf der Oberseite schwächer eingesenkt als bei Digitalis ambigua (vgl. Taf. II, Fig. 1]. Collenchym unter der untern Epidermis fehlt.

3. **Digitalis parviflora** Jacquin.

Als letzte der in der Literatur aufgeführten Digitalisarten ist die im südlichen Europa heimische Digitalis parviflora Jacq. [syn. Digitalis ferruginea Lam.], zu nennen, die ebenfalls erst in neuester Zeit und immer mit Digitalis lutea zusammen aufgeführt wird. Die dort angeführte Literatur hat auch hier ihre Gültigkeit.

Nach dem spärlichen, mir zu Gebote stehenden Material sind die grundständigen Blätter äusserst schmal und verschmälern sich in einen kurzen, wenig ausgeprägten Blattstiel. Nach oben endigen sie in eine stumpfe Spitze. Das Blatt ist ganzrandig. Die Nerven auf der Oberseite und Unterseite sowie auch der Rand sind schwach behaart.

Die Nervatur des Blattes besteht aus einem Hauptnerv, von dem zahlreiche Seitennerven unter einem Winkel von 6—11° abgehen und in gerader Linie sich an den Rand hinziehen. Dort anastomosieren sie mit den nächsthöhern und bilden einen Randnerv. Von diesem gehen dann feinere Nerven höherer Ordnung ab, die einen zweiten, sehr zarten Randnerv bilden, den man allerdings mit freiem Auge nicht mehr wahrnehmen kann. Zwischen den Nerven zweiter Ordnung bilden Nerven höherer Ordnung ein feines Maschennetz, das besonders deutlich im durchfallenden Licht zu erkennen ist, ähnlich wie bei Digitalis purpurea. Der Hauptnerv sowie die Nerven zweiter Ordnung ragen auf der Unterseite hervor. Wegen der Nervatur des Randes vgl. Taf. I, Fig. 13.

Die Epidermiszellen der Oberseite [vgl. Taf. II, Fig. 3] sind mehr oder weniger stark buchtig ineinandergreifend; gegen den Rand zu und über den Nerven sind sie geradlinig-polygonal. Die Grösse beträgt durchschnittlich 65 μ, im Maximum 76 μ; stimmt also beinahe vollständig mit denen von Digitalis purpurea überein. Die Radialwände sind selten schwach porös verdickt. Die Epidermiszellen der Unterseite sind auch buchtig ineinandergreifend, über den Nerven geradlinig-polygonal und die Radialwände sind meistens getüpfelt. Ihre Grösse beträgt im Durchschnitt 59 μ, im Maximum 68 μ.

Spaltöffnungen kommen auf beiden Seiten vor; sie besitzen keine Nebenzellen. Aus je 50 Beobachtungen bei 335facher Vergrösserung fand

ich folgende Zahlen. Auf der Oberseite waren es durchschnittlich 16, im Maximum 22 Spaltöffnungen, auf der Unterseite im Durchschnitt 19, im Maximum 27 pro Gesichtsfeld. Sie sind länglich oval bis kreisrund; letztere Form ist jedoch vorherrschend. Die Grösse differiert, wie aus je 50 Messungen hervorgeht, wenig. Die Zahlen, die ich erhielt, sind für die Unterseite im Durchschnitt 32 μ : 29 μ [Max. 35 μ : 30 μ], für die Oberseite durchschnittlich 29 μ : 26 μ [Max. 30 μ : 27 μ]. Auf einem Querschnitt liegen sie im Niveau der Epidermis. Im Gegensatz zu Digitalis purpurea, wo die Zahl der Spaltöffnungen auf der Oberseite gegen den Rand hin zunimmt, nimmt sie bei Digitalis parviflora ab. Wasserspalten habe ich nicht finden können, was erklärlich ist, da Blattzähne fehlen.

An Haaren kommen Glieder- sowie Drüsenhaare vor, letztere sind hauptsächlich auf den Nerven anzutreffen, während die Gliederhaare sich meistens am Rand und auf den Nerven an der Unterseite befinden. Sie bestehen aus 3—4 Zellen mit äusserst kräftig entwickelten Cuticularwärzchen. Die Breite der Haare beträgt 25—30 μ. Die Endzelle ist breit, stumpf, oft ist sie sogar noch etwas keulenförmig verdickt, was bei keiner andern untersuchten Digitalisart vorkommt [vgl. Taf. II, Fig. 3]. Die Drüsenhaare besitzen einen einzelligen Stiel mit einem 1—2zelligen Köpfchen, während solche mit mehrzelligem Stiel äusserst selten anzutreffen sind. Geteilte Basalzellen der Haare habe ich nicht gefunden.

Der Querschnitt lässt gegenüber den schon beschriebenen Arten nur folgende Unterschiede erkennen. Die Aussenwand der Epidermiszellen beider Seiten ist etwas verdickt und nicht papillös vorgewölbt. Die Palissaden messen 27 μ : 18 μ [Max. 33 μ : 23 μ]. Sie sind oft durch Querwände gefächert.

Die Oberseite des Hauptnerven ist im Querschnitt deutlich vertieft, aber schwächer als bei Digitalis ambigua [vgl. Taf. II, Fig. 2]. Collenchym ist unter den Epidermen der Ober- und Unterseite stark entwickelt.

Auch hier habe ich Stellen gefunden, wo die Epidermis sich von der darunter liegenden Zellschicht abzuheben beginnt unter gleichzeitiger Bildung einer neuen Cuticula auf den dem entstandenen Hohlraum zugekehrten Seiten. Doch ist hier der Vorgang nicht so weit vorgeschritten, wie in dem bei Digitalis purpurea beschriebenen Fall; die entstandene zweite Epidermis trägt keine Haare. Interessant ist es aber, dass diese Ablösung nicht auf die Epidermis beschränkt ist, sondern dass solche Loslösung und Bildung einer neuen Cuticula auch zwischen der zweiten und dritten Zellschicht noch vorkommt, wenn auch selten [vgl. Taf. II, Fig. 4].

Ich lasse eine **Tabelle** folgen, welche die wichtigsten Merkmale, die meine Untersuchung ergeben hat, zusammenfasst.

	Digit. purpurea.	D. ambigua.	D. lutea.	D. parviflora.
Form des Blattes.	länglich-eiförmig. stumpf zugespitzt.	schmal-lanzettlich scharf zugespitzt.	schmal-lanzettlich scharf zugespitzt.	schmal-lanzettlich stumpf zugespitzt.
Nervatur des Blattes.	im durchfallenden Licht feines Maschenwerk von Nerven höherer Ordnung.	Nerven höherer Ordnung im durchfallenden Licht nicht sichtbar.		Nerven höherer Ordnung im durchfallenden Licht sichtbar.
Winkel der Seitennerven mit dem Hauptnerven.	∢ 20—30°	∢ 16—25°.	∢ 16—25°.	∢ 6—11°.
Blattrand.	unregelmässig gekerbt. Epidermiszellen nicht vorgewölbt.	gezähnt. Epidermiszellen nicht vorgewölbt.	nicht od. schwach gezähnt. Epidermiszellen stark papillös vorgewölbt.	ganzrandig. Epidermiszellen nicht vorgewölbt.
Behaarung.	gewöhnlich stark.	Nerven und Rand behaart.	fast kahl.	Nerven und Rand schwach behaart.
Basalzelle der Gliederhaare.	Selten geteilt in 2—3 Zellen.	häufig geteilt in 2—4 Zellen.	selten geteilt in 2—3 Zellen.	ungeteilt.
Anzahl der Glieder.	gew. 2—4, selten 5.	gew. 4—6, selten 2—3.	gew. 3—4.	gew. 3—4.
Spitze der Haare.	stumpfe Spitze, häufig umgebogen. Cuticularwärzchen häufig = 0.	Spitze etwas stumpfer, selten umgebogen. Cuticularwärzchen stark.	Spitze abgerundet stumpf. Cuticularwärzchen fehlen oder schwach.	Spitze breit stumpf bis keulenförmig verdickt. Cuticularwärzchen stark.
Breite der Gliederhaare.	30 μ - 50 μ.	20 μ - 40 μ. Basis 50 μ - 70 μ.	30 μ - 50 μ.	25 μ - 30 μ.
Drüsenhaare.	beide Typen.	beide Typen.	nur kurzstielige.	beide Typen.
Köpfchen besteht aus	2—4 Zellen.	2 4, gew. 2-3 Zellen.	1—2 Zellen.	gew. 1—2 Zellen.
Epidermis der Oberseite.	meist buchtig. Radialwände sehr verdickt.	meist buchtig Radialwände meist verdickt.	geradlinig-polygonal und verdickte Radialwände; oder buchtig und unverdickt.	buchtig und selten verdickte Radialwände.
Grösse der Epidermis der Oberseite.	D = 53 μ; Max.: 78 μ.	D = 86 μ; Max.: 120 μ.	D = 91 μ; Max.: 128 μ.	D = 65 μ; Max.: 76 μ.
Grösse der Epidermis der Unterseite.	D = 75 μ; Max.: 92 μ.	D = 93 μ; Max.: 78 μ.	D = 96 μ; Max.: 125 μ.	D = 59 μ; Max.: 68 μ.
Spaltöffnungen.	Oberseite selten 1 : 36.	Oberseite häufig 5 : 22.	Oberseite spärlich 1 : 3.	Oberseite sehr häufig 1 : 1,1.
Maximale Grösse.	30 μ : 23 μ.	40 μ : 30 μ.	40 μ : 33 μ.	32 μ : 29 μ.
Wasserspalten.	eine oder keine 56 μ : 53 μ.	Gruppen v. 2—4 42 μ : 41 μ.	Gruppe v. 1—2 47 μ : 40 μ.	keine.
Palissaden.	gewöhnlich geteilt 50 μ : 17 μ	ungeteilt 56 μ : 20 μ.	ungeteilt 60 μ : 21 μ.	gewöhnlich geteilt 27 μ : 18 μ.

Es fragt sich nun, ob es möglich ist, auf Grund dieser Merkmale die Blätter der verschiedenen Digitalisarten in zerkleinertem Zustande zu erkennen. Dass sie in völlig unzerkleinertem Zustand leicht auseinander gehalten werden können, bedarf keiner weitern Erörterung.

Es kommen nach meinen Erfahrungen für die Erkennung in geschnittenem Zustande folgende Merkmale in Betracht:

a) Für **Digitalis purpurea.**

1. Die im durchfallenden Licht durchscheinenden Nerven; sie finden sich auch bei Digitalis parviflora.
2. Die Epidermiszellen der Oberseite gleichen in der Grösse denen von Digitalis parviflora.
3. Auf den Blattzähnen eine oder keine Wasserspalten; sie sind grösser als bei allen andern Arten.

b) Für **Digitalis ambigua.**

1. Die Anzahl der Zellen in den Gliederhaaren ist am grössten, sie beträgt bis sieben.
2. Die Epidermiszellen der Oberseite sind wie die von Digitalis lutea grösser als bei den beiden andern Arten.
3. Die Anzahl der Wasserspalten auf den Blattzähnen beträgt 2—4, was bei keiner andern vorkommt.

c. Für **Digitalis lutea.**

1. Die Epidermiszellen des Blattrandes sind stark papillös vorgewölbt.
2. Das Blatt ist fast unbehaart.
3. Es finden sich nur kurzstielige Drüsenhaare.
4. Die Epidermiszellen beider Seiten sind die grössten.
5. Die Anzahl der Wasserspalten auf den Blattzähnen beträgt 1—2.

d) Für **Digitalis parviflora.**

1. Nerven höherer Ordnung sind durchscheinend.
2. Das Blatt ist ganzrandig.
3. Die Basalzelle der Gliederhaare ist stets ungeteilt.
4. Die Haarspitze ist stumpf, sogar oft keulenförmig verbreitert.
5. Die Köpfchen der Drüsenhaare sind nur 1—2zellig.
6. Die Epidermiszellen der Oberseite sind mit denen von Digitalis purpurea die kleinsten.
7. Die der Unterseite sind kleiner wie alle andern.
8. Wasserspalten fehlen.

Bei sorgfältiger Untersuchung wird man alle diese Merkmale für die geschnittene Droge anwenden können. Für das **Pulver** kommen in Betracht:

bei Digitalis purpurea die Merkmale 2 und 3,
» Digitalis ambigua » » 1 » 2,
» Digitalis lutea » » 4,
» Digitalis parviflora » » 3, 4, 5, 6 und 7.

B. Andere Scrophulariaceen.

4. Verbascum.

Die ersten Blätter, die als Verfälschungen und Verwechslungen der Digitalisblätter aufgeführt werden, sind die der Verbascumarten, die ja auch in der Form und dem Aussehen viel Ähnlichkeit mit dem Digitalisblatt besitzen. Sie werden 1832 von Martius [L. 46, a] erwähnt und finden sich von da an in allen Pharmakognosien und pharmazeutischen Botaniken erwähnt bis in die neueste Zeit. Sie sind in letzter Zeit auch wirklich als Verwechslung der Digitalisblätter vorgekommen und von Moeller [L. 56] beschrieben worden. Im Jahre 1904 wurde anlässlich von Apothekenvisitationen in mehreren Apotheken Österreichs an Stelle des echten Drogenpulvers dasjenige von Verbascumarten angetroffen. Die amtlichen Erhebungen ergaben, dass das Pulver aus Deutschland stammte, dass aber eine absichtliche Verfälschung nicht vorliege. Die Blätter waren von unkundigen Kräutersammlern an Stelle der echten Droge gesammelt und in Drogenhandlungen abgeliefert, wo sie pulverisiert und in den Handel gebracht wurden.

Eine Beobachtung, die ich machte, nötigt mich aber, sehr zur Vorsicht zu mahnen, wenn man in einem Digitalispulver Verbascum aufgefunden zu haben glaubt. Selbstverständlich wird man in erster Linie auf die charakteristischen Haare achten und sich meist wohl auch mit ihrem Nachweis begnügen. Nun habe ich auf Blättern von Digitalis ambigua, die ich selbst bei Locarno gesammelt habe, in grosser Menge Haare gefunden, die von Verbascumpflanzen, die ich zugleich in der Botanisierbüchse hatte, offenbar abgerieben waren und durch die Haare der Digitalis ambigua festgehalten wurden. In geringerer Menge habe ich solche Verbascumhaare auf Blättern von Digitalis purpurea gefunden, die ich der Gärtnerei von Froebel in Zürich entnommen hatte, obschon Verbascum nicht in der Nähe wuchs. Es dürfte aus diesen beiden Beobachtungen hervorgehen, dass das Auffinden nur der Haare von Verbascum unter keinen Umständen berechtigt, die Beimengung der Blätter anzunehmen, sondern dass man stets noch andere Elemente nachweisen muss.

Es werden als in Betracht kommende Arten aufgeführt

Verbascum Thapsus L.
Verbascum thapsiforme Schrader
Verbascum phlomoïdes L.
Verbascum nigrum L.
Verbascum Lychnitis L.

Da sich die Blätter der verschiedenen Arten im anatomischen Bau so wenig voneinander unterscheiden, dass man sie in gepulvertem Zustand nicht auseinander halten kann, so habe ich davon Umgang genommen, jedes einzelne für sich genau zu beschreiben. Ich werde vielmehr die Blätter der einzelnen Arten nur morphologisch beschreiben und nachher ihren anatomischen Bau gemeinsam behandeln. Die wenigen Unterschiede zwischen den einzelnen Arten werden dann jeweils aufgeführt werden.

Verbascum Lychnitis L. Die Blätter sind länglich-elliptisch bis eiförmig-lanzettlich, die untern in den Stiel verschmälert, die obern sitzend und stärker zugespitzt. Sie können bis 30 cm lang und 10 cm breit werden; gewöhnlich sind sie aber nur ca. 14 cm lang und 4—5 cm breit. Der Rand ist unregelmässig gekerbt. Die Oberseite ist fast kahl, während die Unterseite grauweiss filzig behaart ist. Die Seitennerven gehen unter einem Winkel von 45^0-60^0 vom Hauptnerv ab. Die Blattzähne sind stumpf, abgerundet und zeigen bisweilen an der Spitze eine schwache Einbuchtung [vgl. Taf. II, Fig. 11]. Indessen kommt diese so selten vor, dass ich sie nicht für besonders bemerkenswert halten kann. Die Nervatur der Blattzähne ist nicht sehr charakteristisch. Immerhin lässt sich für viele Fälle folgendes sagen: Ein starker Nerv, der in den Blattzahn verläuft (unter pinselförmiger Verbreiterung), fehlt. Durch Verzweigungen und Anastomosen entsteht aber nahe dem Blattrand ein ziemlich regelmässiges Netz. Von diesem gehen ganz feine Nervenendigungen in die Blattzähne, die in jedem Zahn zwei Maschen bilden, nicht unähnlich dem Vorkommen bei Digitalis purpurea, wo aber der mittlere Nerv, der die beiden Maschen trennt, stark ausgeprägt und nach vorne pinselförmig verbreitert ist.

Verbascum nigrum L. Die Blätter sind herzeiförmig, länglich, die untern lang gestielt, die obern sitzend, aber nicht am Stengel herablaufend. Die Grösse entspricht ungefähr derjenigen von Verbascum Lychnitis. Die Maximalzahlen betragen 20 cm Länge und 8 cm Breite. Der Rand ist ungleichmässig gekerbt. Die Oberseite ist fast kahl und von dunkelgrüner Farbe, die Unterseite dünn filzig behaart und heller. Vom Hauptnerven gehen zahlreiche Sekundärnerven unter 35—55° ab. Die Nervatur der Zähne besteht aus einem deutlich erkennbaren Hauptzahnnerv, der wagrecht

oder fast wagrecht in den Zahn eintritt und sich vorne schwach pinselförmig verbreitert. Von rechts und links kommt je ein stärkerer, dem Rande des Zahnes parallel laufender Nerv, der sich vorne ebenfalls schwach pinselförmig verbreitert. Diese seitlichen Nerven anastomosieren mit dem Hauptnerv und bilden unregelmässige Drei- und Vierecke. Die dadurch zustande kommende Zeichnung besitzt grosse Ähnlichkeit mit derjenigen bei der Hauptdroge [vgl. Taf. II, Fig. 9]. Die grössern Seitennerven des Zahnes entsenden gegen den Rand zu feine Nerven höherer Ordnung, die untereinander anastomosieren und so einen zweiten, feinen Randnerv bilden.

Verbascum phlomoïdes L. Die untern Blätter sind länglich oder breit lanzettlich und in den Blattstiel verschmälert. Die obern sind eiförmig oder oval, sitzend und ungefähr halb bis zum nächsten Blatt herablaufend. Die Grösse beträgt c. 20 cm : 5 cm. Der Rand ist schwach gekerbt. Das Blatt ist beiderseits dicht, gelblich-filzig behaart. Die vom Hauptnerven abgehenden Seitennerven bilden Winkel von 40 bis 60°. Die Nervatur des Blattrandes ist nur dort charakteristisch ausgeprägt, wo deutliche Zähne zu sehen sind. In ziemlicher Entfernung vom Blattrand verläuft ein kräftiger Randnerv, durch Anastomosen von Sekundärnerven gebildet. Von ihm ausgehende Tertiärnerven bilden grosse Maschen, deren Aussenseiten einen zweiten, schwächeren Randnerv bilden. Von ihnen entspringen Äste, die ziemlich wagrecht sind, und sich pinselförmig verbreitern und in die Blattzähne verlaufen. An sie setzen sich Maschen an wie bei Verbascum nigrum und Digitalis purpurea [vgl. Taf. II, Fig. 10). Der schwachen Ausprägung der Blattzähne entsprechend sind aber diese Seitenmaschen sehr breit.

Verbascum Thapsus L. Die Blätter sind länglich oval bis lanzettlich, die untern in einen kurzen Blattstiel verschmälert, die obern sitzend. Sie werden bis 25 cm lang und 10 cm breit. Das Blatt ist meistens schwach runzelig, der Rand wenig gekerbt, die einzelnen Zähne breit und schwach hervortretend. Wo sie deutlich ausgeprägt sind, ist die Nervatur eine ganz ähnliche wie bei Verbascum phlomoïdes. Die an den Zahnnerven sich ansetzenden Seitenmaschen sind aber in allen Fällen wenig deutlich [vgl. Taf. II, Fig. 8]. Die Seitennerven gehen vom Hauptnerven unter 40—60° ab.

Verbascum thapsiforme Schrader. Die Blätter sind denen der vorigen Art sehr ähnlich, aber breiter, länglich elliptisch, spitz bis zugespitzt. Ihre gewöhnliche Grösse beträgt 20 cm : 10 cm; doch können sie oft bis zu 40 cm lang und 15 cm breit werden. Die Sekundärnerven bilden wieder Winkel von 40—60°. Der Rand ist tiefer gekerbt und die einzelnen Zähne ziemlich weit voneinander entfernt. Beiderseits sind die

Blätter stark filzig behaart. Die Nervatur der Blattzähne und des Randes ist sehr ähnlich derjenigen von Verbascum Thapsus. Der schärfern Ausprägung der Blattzähne entsprechend, sind die Seitenmaschen am Zahnnerven deutlich zu erkennen,

Wie ich schon betont habe, ist der anatomische Bau der Arten so wenig verschieden, dass man sie ohne weiteres gemeinsam behandeln kann. Die charakteristischen Merkmale, die zum Unterschied von Digitalis purpurea dienen können, sind allen gemeinsam.

Die Epidermis der Oberseite besteht aus verschieden-stark buchtig ineinander greifenden Zellen. Charakteristisch ist, dass die Ausbuchtungen nicht abgerundet, wellenförmig, sondern geradlinig-kantig sind. Die Radialwände sind bisweilen porös verdickt. Cuticularstreifung habe ich nicht beobachtet. Über den Nerven sind die Zellen geradlinig-polygonal. Die Epidermiszellen der Unterseite sind meist stärker gebuchtet, und die Buchten sind abgerundet. Cuticularstreifung ist hier häufig. Über den Nerven sind die Zellen gestreckt und besitzen in der Regel porös verdickte Radialwände.

Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten. Sie sind rund bis länglich oval und besitzen keine Nebenzellen. Die durchschnittliche Grösse beträgt 22 μ : 19 μ. Auf Querschnitten betrachtet, liegen sie im Niveau der Epidermis.

Besonders charakteristisch für alle Verbascumblätter sind die Haare, welche es ermöglichen, selbst im Pulver Verbascum sofort und sicher nachzuweisen (mit der oben schon besprochenen Einschränkung). Es kommen Sternhaare, sowie Kandelaberhaare vor [vgl. Taf. II, Fig. 5]. Erstere besitzen einen aus einer Zelle bestehenden Stiel, der oben und unten etwas verbreitert ist, und oben einen Kranz von 3—8 Strahlzellen trägt. Diese Form ist hauptsächlich auf der Lamina anzutreffen, während sich auf den Nerven meistens Kandelaberhaare finden, mit mehrzelligem Hauptstiel, an den sich 3—6 Wirtel von Strahlzellen anschliessen. Die einzelnen Strahlzellen sind verhältnismässig dickwandig und endigen in eine scharfe Spitze. Ihre Breite beträgt 15—20 μ; diejenige der Stielzellen 25—40 μ. Cuticularstreifung kommt nicht vor. Meistens ist die Haarbasis geteilt in 2—3, selten 4—5 Zellen. Beide Formen der Haare gehören natürlich demselben Typus an und sind nur quantitativ verschieden. Neben den Sternhaaren kommen dann noch einfache Haare [vgl. Taf. II, Fig. 6] vor, aus 1—2 Zellen bestehend, deren Wandungen ziemlich dick sind, und deren Endzelle mit scharfer Spitze endigt. Sie sind aber sehr spärlich vorhanden. Neben diesen beiden Haarformen kommen dann besonders auf den Nerven der Unterseite häufig kleine Drüsenhaare vor mit kurzem Stiel und ein- bis zweizelligem Köpfchen.

Im Querschnitt durch die Lamina sind die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite flach oder schwach vorgewölbt, und besitzen eine schwach verdickte Aussenwand. Die Palissadenschicht ist meist eine einfache, seltener eine doppelte [Verbascum Lychnitis und Verbascum Thapsus]. Ihre Höhe schwankt von 25 μ bis 40 μ. Unter der Palissadenschicht folgt normal ausgebildetes Schwammparenchym. In ihm fallen oft Zellen auf, die schwarze, kugelförmige Gebilde verschiedener Grösse enthalten. Über ihre Natur habe ich keine klare Vorstellung gewinnen können. Vielleicht ist es ein aus einem Gerbstoff entstandenes Phlobaphen. Da sie ziemlich regelmässig vorkommen, ist bei dem Nachweis von Verbascum in einem Pulver darauf zu achten.

Im Querschnitt ist der Mittelnerv auf der Oberseite schwach vertieft, auf der Unterseite stark vorgewölbt [vgl. Taf. II, Fig. 7]. Die Epidermiszellen der Oberseite besitzen eine stark verdickte Aussenwand, mit gefalteter Cuticula. Darunter ist ein 1—3 Zellen mächtiges Collenchym. In der Mitte liegt das halbmondförmig gekrümmte, schmale, kollaterale Hauptgefässbündel, welches oben und unten durch einen Collenchymbelag geschützt wird. Das Parenchym ist normal entwickelt und besitzt, besonders in der Stärkescheide kleine, rundliche Stärkekörner. Daneben kommen im Parenchym vereinzelte, kleine, prismatische Oxalatkrystalle vor, die auch dem Mesophyll der Lamina nicht fehlen, dort aber sehr schwer aufzufinden sind. Sie messen wenige Mikromillimeter. So klein sie auch sind, sind sie doch beim Nachweis der Verbascumblätter nicht ausser Acht zu lassen, und eventuell mit dem Polarisationsmikroskop aufzusuchen, da, wie ich schon gesagt habe, Digitalis purpurea Oxalat völlig fehlt. Die untern Epidermiszellen sind gleich ausgebildet wie die oberen.

Als charakteristische Elemente der Verbascumblätter stehen an erster Stelle die Haare mit der oben angeführten Einschränkung. Daneben kommen in Betracht die schwarzen Körner des Mesophylls und die Oxalatkrystalle. Es gilt das nur für das Pulver. Ganz und in geschnittenem Zustand ist Verbascum leicht nachzuweisen.

C. Labiaten.

5. Teucrium Scorodonia L.

Teucrium Scorodonia L. wird als Verwechslung mit Digitalis purpurea erwähnt von Martius [L. 46, a], und ist von da an allgemein in die Literatur übergegangen. Wir treffen die Pflanze in diesem Sinne erwähnt bei Bischoff [L. 9], Schroff [L. 70], Wiggers [L. 79], Henkel [L. 29], Wigand [L. 78], Oudemans [L. 59], Geissler und Möller [L. 21], Tschirch

und Oesterle [L. 74], sowie bei Fischer-Hartwich [L. 16]. Als wirklich beobachtete Verfälschung wird Teucrium erwähnt von Dobrowolski [L. 12].

Die Blätter sind runzelig, 5—10 cm lang, gestielt, von länglich-eiförmiger Gestalt und am Grunde herzförmig eingebuchtet. Die Oberseite ist dunkel, die Unterseite graugrün. Beide Seiten sind deutlich behaart. Der Rand ist tief gekerbt bis gesägt. Die einzelnen Blattzähne besitzen zuweilen Ähnlichkeit mit denjenigen von Digitalis purpurea, doch sind sie meistens tiefer eingeschnitten, schmäler und vorne ist das knorpelige Spitzchen nicht oder nur schwach entwickelt.

Die Nervatur des Blattes besteht aus einem Hauptnerv, von dem jederseits 2—4 Seitennerven unter einem Winkel von 25—35° abgehen, die gegen den Rand hin Nerven höherer Ordnung abgeben. Unter sich anastomosieren sie und liefern dadurch ein grobes Maschennetz. Betrachtet man das Blatt im durchfallenden Licht, so erscheinen in den, von den Sekundär- und Tertiärnerven gebildeten Maschen Nerven höherer Ordnung in grosser Menge, die ein sehr zartes durchsichtiges Netz liefern, und dadurch ein Bild hervorrufen, das lebhaft an Digitalis purpurea und Digitalis parviflora erinnert.

Die Nervatur der Blattzähne hat wieder eine gewisse Ähnlichkeit mit derjenigen von Digitalis purpurea [vgl. Taf. II, Fig. 15], doch tritt der Hauptzahnnerv schief in den Zahn ein. Die pinselförmige Verbreiterung ist schwächer entwickelt. Auf der Oberseite der Blattzähne kommen Wasserspalten in Gruppen von 4—7 vor; bisweilen ist auch auf der Unterseite eine entwickelt. Die Grösse beträgt im Durchschnitt 30 μ : 29 μ [Max. 33 μ : 30 μ].

Die Epidermiszellen der Oberseite sind buchtig ineinander greifend, die Radialwände meistens schwach porös verdickt. Über den Nerven werden sie geradlinig-polygonal und die porösen Verdickungen kräftiger. Cuticularstreifung konnte ich nicht beobachten. Die Epidermiszellen der Unterseite sind ebenfalls buchtig, aber nicht stärker, wie die der Oberseite, was charakteristisch ist [vgl. Taf. II, Fig. 14]. Die Radialwände selbst über den Nerven sind unverdickt; dagegen ist Cuticularstreifung deutlich sichtbar.

Die Spaltöffnungen kommen auf beiden Seiten vor, doch sind sie auf der Oberseite nur sehr spärlich anzutreffen. Sie sind nach dem Labiatentypus gebaut, haben also in der Regel zwei Nebenzellen. Doch fällt der Typus hier wenig auf; einmal weil die Nebenzellen sich von den übrigen Epidermiszellen kaum unterscheiden, und ferner weil häufig nicht zwei, sondern drei vorhanden sind [vgl. Taf. II, Fig. 14]. Nach Solereder [L. 71] kommt dasselbe bei Teucrium Scordium L. vor. Die Grösse

der Spaltöffnungen ist 26 μ : 22 μ. Im Querschnitt durch die Lamina ragen sie auf der Unterseite häufig stark über die Epidermis hervor.

Die Behaarung besteht aus Glieder- und Drüsenhaaren. An Gliederhaaren sind 2 Typen vorhanden [vgl. Taf. II, Fig. 12, 13 und 14]. In der Minderzahl kommen kleine, einzellige Haare vor, deren Wand verdickt ist und kräftig ausgebildete Cuticularwärzchen trägt. Die grosse Mehrzahl der Haare besteht aber aus 2—3, selten 4 Gliedern, und ihre Basis ist polsterförmig erhöht. Sie sind auf der Unterseite meistens auf die Nerven beschränkt, während sie oberseits auf der ganzen Lamina vorkommen. Ihre Wände sind verdickt und tragen ebenfalls Cuticularwärzchen. Häufig sind die Haare an der Grenze zweier Zellen geknickt. Die Breite der Glieder beträgt 25—40 μ.

Die Drüsenhaare sind entweder kurz gestielt und tragen ein ein- bis zweizelliges Köpfchen, oder es sind typische Drüsenhaare mit meist 6zelligem Köpfen, wie sie für die Labiaten charakteristisch sind. [Vgl. Taf. II, Fig. 14.] Während die kleinen Drüsenhaare auf beiden Seiten hauptsächlich über den Nerven anzutreffen sind, ist das Vorkommen der grossen fast ausschliesslich auf die Unterseite der Blätter beschränkt. Sie erscheinen bei schwacher Vergrösserung als kugelförmige Gebilde mit gelbem Inhalt. Das Köpfchen besitzt einen Durchmesser von 35 μ bis 47 μ. Die Scheidewände sind meist sehr schwer zu sehen.

Im Querschnitt durch die Lamina haben beide Epidermen schwach vorgewölbte, wenig verdickte Aussenwände. Die Ausbildung der Palissaden kann recht verschieden sein. Sie kommen in einfacher Schicht vor; dann sind die einzelnen Zellen ziemlich lang gestreckt; oder in doppelter, ausnahmsweise in dreifacher Schicht; dann sind die einzelnen Zellen, besonders die der innern Schicht kurz und gedrungen; oder alle Palissaden sind schlank. Das Schwammparenchym ist normal ausgebildet.

Der Hauptnerv ist auf der Oberseite fast gar nicht vertieft, während er auf der Unterseite stark leistenförmig vorragt. Die Epidermiszellen beider Seiten besitzen eine stark verdickte, vorgewölbte Aussenwand, die von einer gefalteten Cuticula überzogen wird. Daran schliesst sich ebenfalls auf beiden Seiten stark entwickeltes Collenchym an, das bis 5 Schichten breit werden kann. Das zentral gelegene, kollaterale Gefässbündel ist halbmondförmig gebogen und besitzt kein Collenchym.

Stärke kommt in kleinen Körnern ziemlich reichlich vor. Oxalatausscheidungen habe ich nicht gefunden.

Zum Schlusse will ich kurz die Merkmale zusammenstellen, die es ermöglichen Teucrium Scorodonia in einem gegebenen Fall nachzuweisen. Bei den ganzen Blättern würde die viel geringere Grösse, die schwächere Behaarung, sowie der viel feiner und tiefer gekerbte Rand gegenüber

Digitalis purpurea auffallen müssen. Anders wird es sich schon bei einer geschnittenen Ware verhalten; doch würden auch dann die schwächere Behaarung und die Randstücke auffallen. Dabei muss man berücksichtigen, dass Teucrium Scorodonia ebenfalls das feinere Maschenwerk von Nerven höherer Ordnung im durchfallenden Licht zeigt, wie die ächte Droge, dass man also durch dessen Vorkommen sich nicht etwa darf täuschen lassen. Behandelt man verdächtige Stücke mit Chloralhydrat, so wird man an dem Vorkommen der dickwandigen, spitzen, auf einem Polster aufsitzenden Gliederhaaren, sowie an den Drüsenhaaren auf der Unterseite Teucrium Scorodonia erkennen können. Haben wir ein gepulvertes Muster zu untersuchen, so werden in erster Linie die Haarfragmente, sowie die Drüsenhaare eine Rolle spielen.

6. Salvia Sclarea L.

Ich habe dieses Blatt nur mit einigem Widerstreben aufgenommen. Virchow [L. 76] führt es auf unter denjenigen Blättern, »die durch gleichartiges Aussehen zu Verwechslung und Verfälschung der Digitalisblätter Anlass geben können.« Offenbar von hier ist das Blatt dann in den Atlas von Tschirch und Oesterle [L. 74] übergegangen, ohne jede einschränkende Bemerkung.

Die Blätter werden circa 25 cm lang und 15 cm breit, sie sind runzelig, breit, eiförmig, spitz. Die untern sind lang, die obern kurz gestielt bis sitzend. Der Rand ist stark unregelmässig gezähnt. Auf den Nerven, besonders der Unterseite ist das Blatt kräftig behaart.

Die Nervatur besteht aus einem kräftig entwickelten Hauptnerv, von dem jederseits starke Sekundärnerven abgehen. Der Winkel, den sie dabei bilden, ist verschieden, und beträgt bei den untern und mittlern 60—85 °; während er nach oben spitzer wird und dann nur noch 50—60 ° beträgt. Die Sekundärnerven anastomosieren durch Tertiärnerven und bilden ein grobmaschiges Nervennetz. Betrachtet man das Blatt im durchfallenden Licht, so erscheinen Nerven höherer Ordnung, die ein feines, durchscheinendes, an Digitalis purpurea erinnerndes Netz bilden. Die dazwischen liegenden Teile der Lamina zeigen eine scharf umschriebene Ausstülpung nach oben, denen eine ebenso scharfe Einstülpung auf der Unterseite entspricht. Das gibt dem Blatt ein höchst charakteristisches Aussehen.

Die Nervatur der Blattzähne zeigt ebenfalls ein Bild, das mit demjenigen von Digitalis purpurea fast übereinstimmt. [Vgl. Taf. II, Fig. 17.] Der einzige Unterschied besteht darin, dass der Hauptzahnnerv schief von unten her eintritt, während er bei Digitalis purpurea wagrecht ist.

Die Epidermiszellen der Oberseite sind entweder schwach gewellt oder geradlinig-polygonal. Die Radialwände sind nicht verdickt; Cuticularstreifung fehlt. Die Epidermiszellen der Unterseite sind ebenfalls schwach, unregelmässig wellig gebogen und besitzen, besonders über den Nerven, häufig porös verdickte Radialwände. Cuticularstreifung fehlt hier ebenfalls.

Spaltöffnungen kommen auf beiden Seiten vor, besonders zahlreich auf der Unterseite. [Vgl. Taf. II, Fig. 16.] Sie sind nach dem Labiatentypus gebaut, der hier, im Gegensatz zu Teucrium Scorodonia, immer sehr deutlich hervortritt; die beiden Nebenzellen sind stets zu erkennen. Die eine der beiden Nebenzellen ist bedeutend kleiner als die andere, die in der Grösse und Form von den gewöhnlichen Epidermiszellen kaum verschieden ist. Die Spaltöffnungen sind länglich oval und messen im Durchschnitt 28 μ : 21 μ. Beiderseits liegen sie im Niveau der Epidermis.

Es kommen Glieder- sowie Drüsenhaare vor. Unter den ersten haben wir kurze, nur aus 1—3 Zellen bestehende Formen, die mit scharfer, kurzer Spitze endigen. Die Wandungen zeigen deutlich Cuticularwärzchen. Die Basalzelle ist oft stark verbreitert. [Vgl. Taf. II, Fig. 16.] Daneben kommen längere Gliederhaare vor, aus 3—8 Zellen bestehend, von denen meist einige eingefallen sind. Die Breite der Glieder beträgt 75—100 μ. Die Cuticula ist wenig oder gar nicht gestreift, die Spitze kurz und spitz. [Vgl. Taf, II, Fig. 22.] Neben den Gliederhaaren kommen Drüsenhaare vor und zwar die gewöhnlichen kleinen, sowie die für die Labiaten charakteristischen grossen Oeldrüsen, die mit gelbem Inhalt erfüllt sind, und sich hauptsächlich auf der Unterseite befinden. Sie gleichen denen von Teucrium Scorodonia.

Die Epidermis der Ober- und Unterseite besteht im Querschnitt durch das Blatt aus rechteckigen Zellen, mit unverdickter, wenig vorgewölbter Aussenwand. Darauf folgen 2 Reihen Palissaden, deren durchschnittliche Grösse 45 μ : 17 μ beträgt. Häufig sind die Palissaden von dem Schwammparenchym schwer zu unterscheiden. Bisweilen kommt auf der Unterseite auch noch eine Reihe von Palissaden vor, so dass das Blatt dann zentrisch gebaut ist.

Im Querschnitt ist der Hauptnerv auf der Oberseite wenig vertieft, auf der Unterseite ragt er stark hervor. Die Epidermis der Ober- und Unterseite besteht hier aus kleinen Zellen, mit verdickter, schwach vorgewölbter Aussenwand. Darauf folgt jeweils ein Collenchymbelag, der auf der Unterseite kräftiger entwickelt ist. Das Gefässbündel ist kollateral und schwach gebogen. Es besitzt 3—4 Zellreihen breite, deutliche Markstrahlen. Auf der Oberseite besitzt es einen zusammenhängenden Collenchymbelag, auf der Unterseite ist dieser in einzelne Gruppen aufgelöst. [Vgl. Taf. II, Fig. 18.] Das Parenchym besteht aus grossen, dünnwandigen

Zellen und enthält reichlich würfelförmige oder prismatische Oxalat-Krystalle, die bis ·23 μ gross werden können.

Wie aus der Beschreibung hervorgeht, würden als Erkennungszeichen des Blattes von Salvia Sclarea dienen die Bruchstücke, sowie die ganzen Haare, und besonders die gut entwickelten Oxalatkrystalle. Das Vorkommen von Bruckstücken der Epidermis mit den charakteristischen Spaltöffnungen würde nur ein Hinweis auf das Vorhandensein eines Labiatenblattes sein; ebenso die Oeldrüsen.

D. Borraginaceen.

7. Symphytum officinale L.

Neben den Verbascumarten wird Symphytum officinale L. am frühesten: 1828 von Nees von Esenbeck [L. 57.], erwähnt. Von da an findet es sich in allen, die Verfälschungen von Digitalis purpurea angebenden Werken bis in die neueste Zeit. Angaben, dass es tatsächlich beobachtet ist, habe ich nicht gefunden.

Die grundständigen, sowie die untern stengelständigen Blätter sind gestielt, die Lamina verschmälert sich in den Stiel. Die obern Blätter sind sitzend, halbstengelumfassend und herablaufend. Die gewöhnliche Grösse beträgt etwa 20 cm Länge zu 5 cm Breite; in Ausnahmefällen können die Blätter bis 85 cm lang und 18 cm breit werden. Sie sind länglich-lanzettlich und verschmälern sich nach oben in eine scharfe Spitze. Der Blattrand ist schwach gewellt. Das Blatt ist beiderseits stark borstig behaart, besonders kräftig auf dem Hauptnerv und dem Blattstiel.

Das Blatt wird durchzogen vom Hauptnerv, von dem jederseits zahlreiche Sekundärnerven in spitzem Winkel abgehen, und gegen den Rand und die Spitze zu in schwachem Bogen verlaufen. Der Winkel, unter dem sie vom Primärnerv abgehen, beträgt für die untern und mittleren 50—55 °, für die obern 25—35 °. Die Tertiärnerven, welche die Sekundärnerven verbinden, trennen sich von ihnen fast unter einem rechten Winkel. Das feine Netz der Nerven höherer Ordnung ist nicht durchscheinend. Beim durchsichtig gemachten Blatt kann man noch einen schwachen Randnerv erkennen [vgl. Taf. II, Fig. 27], der unmittelbar neben dem Rand verläuft. Eine Beeinflussung der Nervatur durch die wellige Beschaffenheit des Randes ist nicht ersichtlich.

Die Epidermiszellen der Oberseite sind mehr oder weniger stark buchtig in einander greifend [vgl. Taf. III, Fig. 2] und besitzen selten porös verdickte Radialwände. Über den Nerven sind sie geradlinig-polygonal, ebenso die Haare tragenden Zellen. Letztere werden dann noch

gewöhnlich von einem Kranz ebenfalls geradlinig-polygonaler Zellen umgeben, die allmählich in die gebuchteten übergehen.' Cuticularstreifung oder Warzen fehlen vollständig. Die Epidermiszellen der Unterseite sind zum Unterschied von denen der Oberseite stark buchtig in einander greifend [vgl. Taf. III, Fig. 1.]. Die Radialwände sind nicht porös verdickt. Geradlinig-polygonale Zellen kommen auch hier über den Nerven, sowie bei den haartragenden Zellen vor.

Spaltöffnungen treffen wir auf beiden Seiten, doch ist ihre Zahl auf der Unterseite eine viel grössere. Bei 335facher Vergrösserung fand ich im Maximum auf der Oberseite 6, auf der Unterseite 34 Spaltöffnungen pro Gesichtsfeld. Sie sind länglich oval, bis kreisrund und nach dem hier ziemlich verwischten Cruciferentypus gebaut [vgl. Taf. III, Fig. 1 und 2]. Derselbe setzt 3 Nebenzellen voraus, von welchen die eine kleiner ist als die übrigen. Verhältnismässig am deutlichsten ist er auf der Oberseite zu erkennen. Die Grösse der Spaltöffnungen ergibt sich aus 50 Beobachtungen im Durchschnitt zu 30 μ : 21 μ [Max. 38 μ : 25 μ].

Da es sich bei der Untersuchung der Haare von Symphytum officinale herausstellte, dass dieselben komplizierte und interessante Verhältnisse in Bezug auf Verkalkung und Verkieselung der Membran darbieten, so habe ich mich etwas länger dabei aufgehalten, als für die Lösung meiner Aufgabe unbedingt nötig gewesen wäre. Die dabei gefundenen Resultate, die über diejenigen von Schibler [L. 66] und Schmidt [L. 69] hinausgehen, möchte ich kurz in folgendem zusammenfassen.

Auf den Blättern kommen Deck- und Köpfchenhaare vor, letztere allerdings in sehr geringer Menge. Am häufigsten sind sie noch auf der Unterseite über den Nerven anzutreffen und besitzen einen ein- bis zweizelligen Stiel, dem ein einzelliges, rundes bis ovales Köpfchen aufsitzt.

Die ganze übrige Behaarung wird durch starre Borstenhaare gebildet, die in verschiedenen Formen vorkommen, welche durch Übergänge mit einander verbunden sind. Als wichtigste vorkommende Formen sind zu erwähnen: 1) eigentliche Borstenhaare, von denen 2) als besondere Modifikation die hakenförmig gebogenen Haare aufzufassen sind. Dann 3) kleine, kegelförmige Haare, die in grösserer Menge auf der Oberseite anzutreffen sind.

Die eigentlichen Borstenhaare fallen schon auf den ersten Blick an der Pflanze auf, und sie sind es, welche die grosse Rauheit der Pflanze bedingen, und die auch sonst für die Borraginaceen charakteristisch sind. Sie finden sich auf dem ganzen Blatt, besonders reichlich auf der Unterseite am Mittelnerv. Sie sind fast immer einzellig, nur in ganz seltenen Fällen habe ich im untern Teil eine Scheidewand getroffen. An der Basis sind sie erweitert und werden, von einem Polster hervorge-

wölbter, geradlinig-polyedrischer Epidermiszellen umgeben. Sie sind meist gerade, seltener gekrümmt. Ihre Breite beträgt an der Basis 70—85 μ. Behandelt man das Haar mit Chlorzinkjod, so färbt sich der untere Teil der Wand gelb bis braun; wie weitere Reaktionen zeigen, ist er durch und durch cuticularisiert. Dann folgt eine ziemlich schmale Partie, die aus Cellulose besteht, da sie blauviolett wird. Die darüber liegende, ansehnliche Spitze bleibt farblos. Dieser Teil des Haares ist mit einer deutlich geschichteten Masse ausgefüllt, in welche eingebettet ich in wenigen Fällen schön ausgebildete, oktaedrische Krystalle gefunden habe [vgl. Taf. III, Fig. 4 u. 6]. In einigen Fällen war die Ausfüllung sehr umfangreich und reichte bis auf den Grund des Haares, so dass nur ein kurzes, kanalförmiges Lumen übrig blieb [vgl. Taf. III, Fig. 7]. Zuweilen fehlt diese geschichtete Ausfüllung; auch bei solchen Haaren reagiert die Spitze mit Chlorzinkjod nicht. Besonders Haare ohne Ausfüllung der Spitze lassen in grosser Menge im Lumen grössere oder kleinere Körner erkennen [vgl. Taf. III, Fig. 4]. Unter dem Polarisationsmikroskop sieht man, dass sie meist sphäritischen Bau haben [vgl. Taf. III, Fig. 3], da sie das schwarze Polarisationskreuz deutlich erkennen lassen. Bei andern ist das nicht der Fall, sie leuchten schwach oder gar nicht. Die die Haarbasis umgebenden Zellen enthalten ausnahmslos, radialstreifige Cystolithen, denen ich die soeben genannten, doppelt brechenden Körner im Lumen auch zurechne. Behandlung mit verdünnten Säuren u. s. w. zeigt, dass die geschichtete Ausfüllung der Haarspitze, die Körner und Cystolithen der Epidermiszellen im wesentlichen aus kohlensaurem Kalk bestehen. Ob die sehr selten beobachteten Krystalle dieses oder Calciumoxalat sind, kann ich leider nicht sagen, da ich sie für die beabsichtigte Untersuchung nicht wieder auffinden konnte. Nach dem Weglösen des Kalks bleiben weniger konsistente Skelette zurück, wie auch sonst bei Cystolithen. Verascht man kleine Stücke des Blattes unter Beihilfe von Schwefelsäure auf dem Platinblech, so bleiben die Spitzen der Haare, die sich mit Chlorzinkjod nicht gefärbt hatten, schön durchsichtig zurück. Sie sind verkieselt, ebenso erweisen sich dabei die Wände der Epidermiszellen des Haarpolsters als verkieselt.

An die Borstenhaare schliessen sich die Hakenhaare an, die im wesentlichen auf der Unterseite vorkommen und nur ungefähr halb so lang und dünner sind. Sie messen nur 20—30 μ. Sie sind schwach gebogen und an der Spitze scharf gekrümmt, so dass ihre Form an die eines Gemshornes erinnert [vgl. Taf. III, Fig. 1 u. 5]. Sie zeigen dieselbe Ausfüllung, wie die Borstenhaare. Die Verkieselung erstreckt sich nur auf die äusserste, umgebogene Spitze. Nach dem Weglösen des kohlensauren Kalkes aus der Ausfüllungsmasse bleiben Membranen zurück, von

denen ich hier mit Chlorzinkjod deutlich nachweisen konnte, dass sie aus Cellulose bestehen. Kleine Cystolithen und ähnliche Körner fehlen dem Haar; ebensowenig haben die die Haarbasis umgebenden Epidermiszellen, welche auch nicht polsterförmig emporgewölbt sind, Cystolithen. oder sind verkieselt

Drittens finden sich hauptsächlich auf der Oberseite ganz kurze, gerade, einzellige Haare. Sie sitzen auf einem Polster und sind ungefähr nur $^1/_5$ so lang, wie die Borstenhaare [vgl. Taf. III, Fig. 2]. In der erweiterten Basis besitzen sie einen ansehnlichen Cystolithen. Ihre Wandung zeigt bezüglich der Zusammensetzung das gleiche Verhalten, wie diejenige der andern Haare. Eine geschichtete Ausfüllung, kleine Cystolithen im Lumen, Cystolithen in den umgebenden Epidermiszellen, und Verkieselung der letzteren fehlen.

Im Querschnitt durch die Lamina besitzen die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite verdickte, oft vorgewölbte Aussenwandungen. Darauf folgt eine einfache Schicht von kurzen Palissaden, welche nach unten sich meist trichterförmig verengern und zuletzt sich wieder etwas verbreitern, so dass zwischen den Palissaden Intercellularräume entstehen. Ihre Höhe schwankt zwischen 48 μ und 55 μ. Das Schwammparenchym ist normal ausgebildet. Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermis.

Der Mittelnerv ist im Querschnitt auf der Oberseite an vielen Stellen tief eingesenkt, an andern ist davon nichts zu sehen; auf der Unterseite ragt er stark hervor [vgl. Taf. III, Fig. 8]. Die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite besitzen verdickte Aussenwandungen, und auf sie folgt stark entwickeltes 5—7 Zellreihen mächtiges Collenchym. Der Mittelnerv besitzt 3, ungefähr gleich starke Gefässbündel, die schwach gebogen sind, und auf beiden Seiten geschützt werden durch kräftig entwickeltes Collenchym.

Dass auch hier das Erkennen einer Verfälschung nicht auf grosse Schwierigkeiten stossen wird, dürfte aus dem Gesagten genügend hervorgehen; denn neben den, in grosser Menge anzutreffenden Cystolithen oder deren Bruchstücken werden hauptsächlich noch die Hakenhaare ein wichtiges Merkmal zum Nachweis dieses Blatt liefern.

E. Solanaceen.

Zu denjenigen Verfälschungen von Digitalis purpurea, die erst in den letzten Jahren vorgekommen sind, gehören Solanum tuberosum L. und Solanum nigrum L. Beide werden 1899 von Maisch [L. 45], als in Amerika beobachtet, angegeben. Sie sollen in einer Sendung Digitalis-

blätter, die aus Europa stammte, vorgekommen sein. Um eine solche Beimischung zu erkennen schlägt er vor, eine Abkochung der fraglichen Blätter zu machen, und diese mit Eisenchlorid zu versetzen. Bei reinem Digitalisblatt wird die Lösung grün, bei Solanaceenblättern blau werden. Dass eine solche Reaktion bei Gemengen beider Blätter im Stich lassen muss, liegt auf der Hand. Wir werden sehen, dass der mikroskopische Nachweis keine Schwierigkeiten macht. Später werden dann die Blätter erwähnt bei Fischer u. Hartwich [L. 16], sowie bei Tschirch und Oesterle [L. 74].

8. Solanum tuberosum L.

Die Blätter von Solanum tuberosum L. sind unpaarig und unterbrochen fiederschnittig. Die einzelnen Abschnitte werden bis 8 cm lang und 4 cm breit, sind herzförmig, gleich- oder ungleichseitig mit deutlicher Spitze. Sie sind ganzrandig und schwach behaart. Auf der Oberseite sind die Haare auch auf der Lamina deutlich sichtbar, im Gegensatz zur Unterseite, wo die Behaarung hauptsächlich auf die Nerven beschränkt ist.

Die Nervatur des Blattes besteht aus einem Hauptnerv, von dem jederseits 4—5 Seitennerven unter einem spitzen Winkel von 50—70° abgehen. Sie zweigen anfangs in gerader Linie ab, biegen aber dann in sanftem Bogen gegen den Rand und die Spitze zu ab und bilden so mit dem Hauptnerv dann nur noch Winkel von 30—36°. Sie anastomosieren untereinander durch besonders deutlich auf der Unterseite sichtbare Tertiärnerven, die noch schwach über die Lamina hervorragen. Behandelt man das Blatt mit Chloralhydrat, so findet man auch Nerven höherer Ordnung, die ein feines Maschennetz bilden. Unmittelbar am Rand entsteht ein deutlich ausgebildeter Randnerv, wie bei Symphytum officinale [vgl. Taf. II, Fig. 24]. Dann fallen beim durchsichtig gemachten Blatt auch schon die grossen, Oxalatsand führenden Zellen auf in Form schwarzer Flecken.

Die Epidermis der Oberseite besteht aus buchtig ineinandergreifenden Zellen, die bisweilen porös verdickte Radialwände besitzen. Die Cuticula ist nur selten gestreift. Nur bei den um eine Haarbasis liegenden Zellen lässt sich eine schwache Streifung erkennen, die sich in einzelnen Fällen in schwer sichtbare Cuticularwärzchen auflöst. Die Epidermiszellen der Unterseite sind stark buchtig, über den Nerven geradlinig-polygonal und gestreckt. Die Radialwände sind selten getüpfelt, eine Cuticularstreifung ist nicht wahrnehmbar. Wenn man die Epidermis der Unterseite bei schwacher Vergrösserung beobachtet, so fallen sofort Zellen von abweichender Gestalt auf [vgl. Taf. II, Fig. 25]. Sie sind bedeutend grösser

als die übrigen Epidermiszellen, weniger buchtig und ihre Radialwände verhältnismässig stark. Es sind die Basalzellen der gleich zu besprechenden Haare, und zwar finden wir hier ähnliches, wie ich es schon für Digitalis ambigua beschrieben habe. Nur selten entspringt das Haar aus einer einzigen Zelle, sondern diese hat sich durch Scheidewände geteilt, und wir können bis zu 4 Tochterzellen zählen.

Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten. Sie sind länglich oval und besitzen keine Nebenzellen. Bisweilen sind freilich die benachbarten Zellen so orientiert, dass es den Anschein erweckt, die Spaltöffnungen seien nach dem Labiatentypus [vergl.: Salvia Sclarea] gebaut. Die Grösse der Spaltöffnungen ergibt sich aus 50 Messungen im Durchschnitt zu 40 μ : 26 μ [Max. 52 μ : 30 μ].

Von Haaren finden sich Glieder- und Drüsenhaare, die unregelmässig zerstreut auf dem ganzen Blatt gemeinschaftlich vorkommen, so dass man keine bestimmte Lokalisierung beider Typen nachweisen kann. Die Gliederhaare bestehen gewöhnlich aus 3—4, selten fünf dünnwandigen Zellen, die deutliche Cuticularwärzchen haben. Ihr Durchmesser schwankt von 45—80 μ. Die Haare endigen mit einer scharfen, öfters umgebogenen Spitze [vgl. Taf. II, Fig. 25]. Die Drüsenhaare haben einen kurzen, einzelligen Stiel; das Köpfchen besteht aus bis 6 Zellen, die in 2 Reihen angeordnet sind, wie das bei den Solanaceen häufig vorkommt [vgl. Taf. II, Fig. 26].

Der Hauptnerv ragt im Querschnitt auf der Oberseite deutlich leistenförmig empor; auf der Unterseite ist er halbrund. Die Epidermis der Oberseite besteht am Nerv aus normal ausgebildeten Zellen, mit nicht merklich verdickten Aussenwänden. Die Cuticula ist schwach gefaltet. Der obere Teil der leistenförmigen Erhebung wird ausgefüllt mit collenchymatischem Stützgewebe, das 4—6 Zellreihen mächtig ist und nach unten in dünnwandiges Parenchym übergeht. Letzteres enthält vereinzelte runde Stärkekörner, sowie besonders häufig in der Nähe des Gefässbündels kleinere Zellen, die mit Oxalatsand erfüllt sind; solche Oxalatsandzellen finden sich auch im Schwammparenchym reichlich. Daneben kommen auch wohl kleine, isolierte, prismatische Krystalle vor, die bis 10 μ gross werden können. Das Gefässbündel ist schwach gebogen, bikollateral und besitzt keinerlei collenchymatische Belege. Es hat deutlich ausgebildete, 2—3 Zellen breite Markstrahlen [vgl. Taf. II, Fig. 23]. Auf der Unterseite sind die Epidermiszellen gleich denjenigen der Oberseite; ebenso fehlt der Collenchymbelag nicht.

Im Querschnitt durch die Lamina sind die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite kaum vorgewölbt. Es folgt auf der Oberseite eine einzige Palissadenschicht, aus hohen, schmalen Zellen bestehend, die selten

durch eine Querwand geteilt sind. Ihre durchschnittliche Grösse beträgt 110 μ : 28 μ [Max. 120 μ : 40 μ]. Das Schwammparenchym ist normal ausgebildet.

9. Solanum nigrum L.

Die Blätter von Solanum nigrum L., sind klein, nur ca. 5 cm lang und 3 cm breit, eiförmig oder rautenförmig. Der Rand ist entweder ganz, geschweift oder buchtig gezähnt. Die Oberseite ist dunkler gefärbt wie die graugrüne Unterseite. Die Behaarung ist eine sehr spärliche und fast ausnahmslos auf den Rand und die Nerven beschränkt.

Die Nervatur des Blattes wird gebildet aus einem Hauptnerv, von dem jederseits 3—4 Sekundärnerven unter 40—50° abgehen. Ausser den Primär- und Sekundärnerven, die alle auf der Unterseite hervorragen, kann man am unpräparierten Blatt keine weitere Nervatur erkennen. Behandelt man das Blatt mit Chloralhydrat, so werden die Nerven höherer Ordnung sichtbar, die ein fein verzweigtes Maschenwerk und dicht am Rand einen ausgeprägten Randnerv bilden. In die Blattzähne tritt schief von unten her ein Nerv ein, der sich mit dem Randnerv vereinigt, ohne sich dabei deutlich pinselförmig zu verbreitern, wie das bei Digitalis der Fall ist [vgl. Taf. II, Fig. 20]. Was die Nervatur von derjenigen von Digitalis und den andern bisher besprochenen deutlich gezähnten Blättern scharf unterscheidet, ist das Fehlen der dreieckigen Maschen auf jeder Seite des Randnerven. Dieser Mangel gibt mit dem feinen Randnerv dem Blattzahn ein charakteristisches Gepräge. Wasserspalten konnte ich auf den Zähnen nicht nachweisen.

Die Epidermiszellen der Oberseite sind buchtig, die Radialwände zeigen keine porösen Verdickungen. Über den Nerven sind die Zellen gestreckt, die Radialwände ebenfalls unverdickt. Die Cuticula hat schwer sichtbare Wärzchen. Die Epidermiszellen der Unterseite verhalten sich gleich wie diejenigen der Oberseite, doch fehlen Cuticularwärzchen vollständig und die Zellen sind etwas stärker buchtig.

Spaltöffnungen kommen auf beiden Seiten vor. Sie sind länglich-oval; ihre Grösse beträgt durchschnittlich 35 μ : 26 μ [Max. 50 μ : 35 μ]. Sie besitzen keine Nebenzellen.

Die Behaarung des Blattes ist spärlich und auf die Nerven und den Blattrand beschränkt. Es kommen Glieder- und Drüsenhaare vor. Letztere sind von der schon bei Solanum tuberosum beschriebenen und für die Solanaceen charakteristische Form. Die Gliederhaare bestehen aus 3—4, selten aus 5 dünnwandigen Zellen, deren Durchmesser 40—60 μ beträgt. Besonders charakteristisch ist die unterste, keulenförmig verdickte Stelle. Die Haare haben eine stark warzige Cuticula und endigen in eine stumpfe Spitze. Einzelne Glieder sind öfters eingefallen. Die Haare sind dem Blatt ziemlich angedrückt [vgl. Taf. II, Fig. 21].

Der Hauptnerv ragt im Querschnitt ähnlich wie bei Solanum tuberosum auf der Oberseite fast rechteckig, leistenförmig, auf der Unterseite sehr unregelmässig vor [vgl. Taf. II, Fig. 19]. Die Epidermis der Oberseite besteht in einzelnen Fällen aus normalen Zellen mit verdickter, schwach vorgewölbter Aussenwand, die von der gefalteten Cuticula überzogen wird. Darauf folgt ein Belag aus 2—3 Zellreihen Collenchym. In andern Fällen ist aber die Aussenwand der Epidermiszellen so stark verdickt und das Lumen der Zelle so reduziert, dass die Epidermiszellen selbst den Charakter von Collenchym haben und sich durch nichts von diesem unterscheiden. Die ganz gleiche Erscheinung zeigt die Unterseite. In der Mitte ist das wenig halbmondförmig gebogene, bikollaterale Bündel, das oben und unten einen schwachen Belag von collenchymatischem Gewebe besitzt, zum Unterschied von Solanum tuberosum, wo solche Belege fehlen. Wie bei Solanum tuberosum besitzt auch hier das Gefässbündel deutliche Markstrahlen. Im Parenchym und besonders in der Markscheide treffen wir spärliche Mengen von Stärke, aus kleinen, rundlichen Körnern bestehend, die oft zu Klumpen zusammengeballt sind.

Das Blatt zeigt im Querschnitt den gleichen Bau wie Solanum tuberosum, doch ist das Schwammparenchym schwächer ausgebildet und besteht nur aus 4—5 Zellreihen, gegenüber 6—9 bei Solanum tuberosum. Die durchschnittliche Grösse der Palissaden ist 90 μ : 27 μ [Max. 95 μ : 30 μ].

Einen schönen Unterschied gegenüber Solanum tuberosum bildet das Vorkommen der Oxalatkrystalle. Während bei dem erstern wir 2 Formen hatten, von denen besonders auffällig die grossen sandführenden Zellen an der Basis der Palissaden waren, fehlen diese Zellen bei Solanum nigrum vollständig. An ihre Stelle treten kleine, prismatische Oxalatkrystalle von 1—3 μ Grösse, die auf dem ganzen Querschnitt in grosser Menge unregelmässig zerstreut vorkommen. Ich hebe das reichliche Vorkommen der kleinen Krystalle ausdrücklich hervor, da nach Lemaire [L. 44] und Planchon u. Collin [L. 63] Solanum nigrum keine Krystalle hat.

Solanaceenblätter wird man im Digitalispulver erkennen können an den Oxalatkrystallen, den Drüsen- und Gliederhaaren.

F. Malvaceen.

10. Althaea officinalis L.

Die Angabe, dass die Blätter von Althaea officinalis L., den Digitalisblättern beigemischt werden, finde ich nur bei Tschirch und Oesterle [L. 74, pag. 310]. Mit der Beschreibung des Blattes kann ich mich kurz fassen, da an solchen in der Literatur kein Mangel ist.

Die Blätter sind ziemlich langgestielt, 5—10 cm lang und 8—10 cm breit. Sie sind eiförmig, stumpf, an der Basis abgerundet oder schwach herzförmig, die unteren undeutlich 3—5lappig, wobei der mittlere Lappen im Verhältnis zu den seitlichen sehr stark ausgebildet ist. Der Rand ist einfach oder doppelt gezähnt, das Blatt beiderseits stark samtartig behaart, infolge dessen erscheint es graufilzig bis silberglänzend, besonders auf der Unterseite.

Das Blatt ist handnervig, insofern die 2 ersten Seitennerven jederseits am Grunde des Blattes mit dem Mittelnerv zusammentreten und geradlinig gegen den Rand verlaufen. Der Mittelnerv besitzt Sekundärnerven auf beiden Seiten, die unter 20—30° abgehen. Der zweite resp. der dritte Sekundärnerv am Grunde des Blattes hat nur auf der dem Primärnerven abgewendeten Seite einige Seitennerven, die ebenfalls unter 20—30° abgehen und den normalen Sekundärnerven an Stärke ungefähr gleichkommen.

Die Nervatur des Blattzahnes wird gebildet durch einen schief von unten her eintretenden, sich vorne pinselförmig verbreiternden Hauptnerven, an den sich jederseits beinahe symmetrisch zahlreiche, oft unregelmässig viereckige Maschen anlegen, die gebildet werden durch Nerven höherer Ordnung. Die vorderste Masche ist ein meist deutlich ausgebildetes Dreieck [vgl. Taf. III, Fig. 31].

Die Epidermiszellen auf beiden Seiten sind wellenförmig gebogen. Spaltöffnungen kommen auf beiden Seiten vor und ragen im Querschnitt über die Epidermis hervor [vgl. Taf. III, Fig. 28]. Ihre durchschnittliche Grösse beträgt 28 μ : 21 μ.

Besonders charakteristisch für die Malvaceen sind die Haare. Es sind meist mehrstrahlige Büschelhaare, seltener einzellige Borstenhaare, die meist auf den Rand beschränkt sind. Ein solches Büschelhaar wird gebildet aus 2—6 einzelligen Haaren, die nach oben sternförmig auseinander spreizen, ziemlich dicke Wandungen besitzen und in einer scharfen Spitze endigen [vgl. Taf. III, Fig. 29]. Die Basis ist meist etwas verbreitert und zeigt deutliche Tüpfelung, was besonders wertvoll ist für die Diagnose der Blätter in gepulverter Form [vgl. Taf. III, Fig. 28]. Neben den Büschel- und Borstenhaaren kommen Drüsenhaare vor mit kurzem Stiel, der oben ein breites Drüsenköpfchen trägt, das durch horizontal und vertikal verlaufende Wände in 3—5 etagenförmig angeordnete Zellen geteilt wird [vgl. Taf. III, Fig. 28].

Im Querschnitt zeigen die Epidermiszellen auf beiden Seiten eine wenig verdickte Aussenwand, die oft schwach papillös vorgewölbt ist. Zahlreiche Zellen der Epidermis enthalten Schleim und nach Tschirch und Oesterle [L. 74, pag. 310] ist gerade die Epidermis der Hauptsitz des

Schleimes bei den Altheeblättern. Auf die Epidermis folgt eine einzige, in seltenen Fällen doppelte Palissadenschicht, die aus langen, schmalen Zellen besteht. Ihre Grösse beträgt im Durchschnitt 40 μ : 12 μ. Darunter folgt normal ausgebildetes Schwammparenchym, in ihm finden sich ebenfalls Schleimzellen. Das Schwammparenchym, sowie bisweilen auch die Palissaden, enthalten grosse, schön ausgebildete Oxalatdrusen. Über den Sekundärnerven ist die Lamina häufig etwas eingezogen, so dass man im Querschnitt bogenförmige Vorwölbungen und Einschnürungen erkennen kann [vgl. Taf. III, Fig. 28].

Im Querschnitt ragt der Hauptnerv auf der Oberseite als kleine, stumpf dreieckige Leiste hervor, auf der Unterseite fast kreisförmig [Taf. III, Fig. 30]. Die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite besitzen stark verdickte, schwach vorgewölbte und von einer falschen Cuticula überzogene Aussenwände. Darauf folgt auf der Oberseite stark entwickeltes Collenchym, ebenso besitzt die Unterseite einen schwachen Belag. Das Gefässbündel ist halbmondförmig gebogen. Auf der Ober- und Unterseite wird es geschützt durch einen Collenchymbelag. Im Parenchym finden sich wieder Oxalatdrusen in grosser Menge, sowie vereinzelte Schleimzellen.

Der Nachweis von Altheeblättern wird nach den soeben gemachten Angaben über den anatomischen Bau keine Schwierigkeiten bereiten. Es fallen sofort die schön ausgebildeten, grossen Oxalatdrusen auf, sowie die getüpfelten Basen der Büschelhaare, die 12—20 μ breit werden, während die Haarzelle selbst gewöhnlich 12—23 μ breit ist. Dann kommen auch die ganzen Büschelhaare in Betracht.

G. Rutaceen.

11. Citrus Aurantium L.

Dieses Blatt finde ich in der Literatur als Verfälschung von Digitalis nirgends erwähnt. Ich habe es aber in teilweise sehr erheblicher Menge in mehreren Pulvern gefunden, die Herr Medizinalassesor Döll in Stuttgart an Herrn Prof. Hartwich gesandt hat. Bei Besprechung der untersuchten Pulvermuster habe ich nochmals darauf zurück zu kommen.

Das Blatt von Citrus Aurantium subsp. amara L. [syn. Citrus vulgaris Risso; Citrus Bigaradia Duhamel] besitzt einen geflügelten Blattstiel, der durch ein Gelenk von der Spreite getrennt wird. Da er an dieser Stelle leicht abbricht, so findet er sich selten in der Droge, und es besteht dieselbe daher fast ausschliesslich aus dem Blatt ohne Blattstiel. Das Blatt wird bis 10 cm lang und bis 6 cm breit. Es ist eiförmig-länglich, oder breit-elliptisch, zugespitzt, und besitzt kleine, weit ausein-

ander gestellte Kerbzähnchen. Es ist vollständig kahl, lederig und von dunkelgrüner, bei jungen Blättern hellgrüner Farbe. Durch den Besitz zahlreicher Sekretbehälter erscheint es im durchfallenden Licht hellpunktiert. Der Blattstiel ist, wie schon erwähnt, schwach geflügelt. Der Flügel ist verkehrt-herzförmig und 2—3 mm breit.

Das Blatt ist als ein auf das Endblättchen reduziertes und ursprünglich unpaarig gefiedertes oder 3-zähliges aufzufassen. Nach Tschirch und Oesterle [L. 74, pag. 299] soll der Flügel des Blattstieles die reduzierten Seitenblättchen repräsentieren. Dieser Deutung kann ich nicht zustimmen. Wenn sie richtig wäre, so müssten die Flügel des Blattstieles über der Abgliederung sitzen, was nicht der Fall ist. Ferner zeigt das Blatt von Citrus trifoliata L. den ursprünglichen Zustand, das heisst ein dreiteiliges Blatt, durch die Abgliederung getrennt von dem Blattstiel, welcher ebenfalls deutlich geflügelt ist.

Das Blatt wird durchzogen von einem starken Hauptnerv, von dem jederseits 8—10 Sekundärnerven unter 55—65° abgehen. Am Rande anastomosieren sie mit dem nächst höhern und bilden einen nicht immer deutlich ausgebildeten Randnerv [vgl. Taf. III, Fig. 13]. Die nur sehr schwach ausgebildeten Kerbzähne besitzen keine charakteristische Nervatur. Zwischen den Sekundärnerven zweigen noch zahlreiche kleinere Nerven vom Hauptnerv ab, die den grössern parallel verlaufen. Alle Nerven ragen auf der Unterseite stark hervor.

Die Epidermis der Oberseite besteht aus geradlinig-polygonalen Zellen mit stark verdickten Radialwänden. Über den Sekretbehältern besitzen die Zellen eine eigentümliche Lagerung, indem sie undeutlich kreisförmig angeordnet sind [vgl. Taf. III, Fig. 10]. Die Epidermis der Unterseite ist analog gebaut, nur sind die Radialwände, besonders über den Sekretbehältern oft porös verdickt [vgl. Taf. III, Fig. 12].

Spaltöffnungen kommen nur auf der Unterseite vor, und auch da fehlen sie über den Sekretbehältern. Sie sind verhältnismässig klein, fast kreisrund. Ihre Grösse beträgt 23 μ : 19 μ [Max. 28 μ : 24 μ]. Sie besitzen keine Nebenzellen.

Im Querschnitt durch die Lamina besitzt die Epidermis der Ober- wie der Unterseite verdickte, schwach vorgewölbte Aussenwände. Über den Sekretbehältern ist die Epidermis der Oberseite durch Eintrocknen des Sekrets oft schwach eingesenkt und die Aussenwand der einzelnen Zellen ist nicht vorgewölbt. Unter der Epidermis der Oberseite folgen 2—3 Reihen schlanker Palissaden, die 30 μ : 12 μ im Durchschnitt messen. In der äussersten Reihe derselben sind grosse oktaëdrische Oxalatkrystalle in breiten Palissadenzellen eingelagert. Dieselben Zellen finden sich auch auf der Unterseite. Die Innenwand der Krystallzellen verdickt sich stark

und umschliesst den Krystall, sodass derselbe in einer dicken, polsterförmigen Tasche eingeschlossen ist [vgl. Taf. III, Fig. 11]. Unter den Palissaden folgt normal entwickeltes Schwammparenchym, das öfters auch Krystalle enthält, besonders in der Nähe der Gefässbündel, die aber meistens von geringerer Grösse und prismatisch sind. Ferner sind in das Blattgewebe grosse schizo-lysigene Sekretbehälter eingelagert, die fast kugelig sind. Im ganzen Blatt sind sie als durchscheinende Punkte leicht erkennbar.

Im Querschnitt ist der Hauptnerv auf der Oberseite schwach emporgewölbt, auf der Unterseite ragt er stark hervor [Taf. III, Fig. 9]. Die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite besitzen hier eine stärker verdickte Aussenwand als über der Lamina. Die Cuticula ist nicht gefaltet. Auf der Oberseite gehen die Palissadenschichten über den Nerven hinweg. Auf beiden Seiten fehlt unter den Epidermen ein Collenchymbelag. Das Gefässbündel ist rundlich dreieckig, die Basis der Oberseite zukehrend. Es umschliesst ein ansehnliches Mark aus getüpfeltem Parenchym. Bei genauerer Betrachtung sieht man, dass das Bündel sich aus zweien zusammensetzt, da die Basis des Dreiecks von den beiden andern Seiten durch schmale, durchgehende Streifen von Parenchym getrennt ist. Ich will darauf aufmerksam machen, dass mir diese Form des Gefässbündels für das offizinelle Blatt charakteristisch zu sein scheint. Blätter anderer Citrusarten, die ich zum Vergleich untersuchen konnte, hatten ein rundlich-ovales Bündel. Auf der Aussenseite wird das Bündel geschützt durch einen Kranz unregelmässiger Fasergruppen. Die einzelnen Fasern sind dickwandig, die Wandungen deutlich geschichtet, manchmal schwach getüpfelt und wenig verholzt. Ihr Durchmesser schwankt von 28 μ bis 30 μ. Das Parenchym besteht aus grossen, oft getüpfelten Zellen, die kleine, runde Stärkekörner, sowie Oxalatkrystalle enthalten. Stärke findet sich auch in der Lamina. Ein Querschnitt durch den geflügelten Blattstiel zeigt genau das gleiche Bild wie beim Hauptnerv beschrieben wurde. Am Gelenk ist das Gewebe bis fast zum Bündel eingeschnürt, sodass wir da einen ganz reduzierten Querschnitt erhalten.

Für die Erkennung im Pulver kommen natürlich in erster Linie die Oxalatkrystalle in Betracht, die oft noch teilweise von der Cellulosetasche umhüllt sind; oder man findet im Pulver so ansehnliche Stücke des Blattes, dass sie die Lagerung der Krystalle leicht erkennen lassen. Daneben kommen die mehrfache Palissadenschicht und die Fasern des Hauptnerven in Betracht. Natürlich weisen diese Merkmale auf ein Blatt der Gattung Citrus und nicht gerade auf das von Citrus Aurantium. Man wird aber wohl im Digitalispulver nur dieses offizinelle Blatt anzunehmen haben.

H. Compositen.

12. Inula Conyza D. C.

Als Verfälschung von Digitalis purpurea wird Inula Conyza D. C. [Conyza squarrosa L.] 1832 zum ersten Mal von Martius [L. 46, a] erwähnt, und findet sich von da an in den meisten Pharmakognosien. Sie ist wohl diejenige Verfälschung, die am meisten wirklich beobachtet wurde. Die erste positive Angabe über ihr Vorkommen finde ich bei Walz [L. 77]. Er gibt an, dass ihm in der Schwanenapotheke zu Heidelberg von Kräutersammlern zweimal Digitalis purpurea, vermengt mit Inula Conyza gebracht wurde. In beiden Fällen waren die Blätter im Frühjahr, also vor der Blütezeit gesammelt worden und Walz erklärt sich die Verwechslung durch den gemeinsamen Standort und die grosse Ähnlichkeit der Blätter. Eine zweite Angabe findet sich 1859 bei Timbal-Lagrave [L. 72]. Demselben wurden statt der ächten Droge von einem Drogisten die Blätter von Inula Conyza gesandt. Später konnte er selbst beobachten, wie in der Nähe von Toulouse Kräutersammler Inula sammelten und darauf bestanden, die ächte Droge vor sich zu haben. Im Januar 1905 behandelt W. Mitlacher in einem Aufsatz in der pharmazeutischen Post [L. 52] Inula Conyza näher in Bezug auf ihren anatomischen Bau. Veranlasst wurde diese Publikation durch das gemeinsame Vorkommen von Inula Conyza und Verbascum in Österreich an Stelle der ächten Droge. Ich selbst habe das Blatt im Pulver nie gefunden.

Die Blätter werden 15 cm lang, sind länglich-eiförmig, zugespitzt, am Grunde in einen kurzen Blattstiel verschmälert. Im Gegensatz zu Digitalis purpurea ist hier der Rand nur einfach gekerbt, oder entfernt buchtig gezähnt. Die Zähne besitzen eine kurze, dicke Stachelspitze. Die Oberseite ist dunkelgrün, die Unterseite heller. Beiderseits ist das Blatt stark behaart.

Von dem das Blatt durchziehenden kräftigen Hauptnerv gehen jederseits zahlreiche Sekundärnerven in fast rechtem Winkel ab, die dann im Bogen gegen den Rand zu verlaufen und mit den nächst höhern anastomosieren. Zur Bildung eines einigermassen deutlich ausgeprägten Randnervs kommt es nicht. Der Hauptnerv, sowie die stärkern Nerven höherer Ordnung ragen auf der Unterseite stark hervor.

Die Nervatur der Blattzähne besitzt wieder Ähnlichkeit mit derjenigen von Digitalis purpurea [vgl. Taf. III, Fig. 16]. Auf den Zähnen kommen gewöhnlich 2—3 Wasserspalten vor.

Die Epidermis der Ober- und Unterseite besteht aus buchtig ineinander greifenden Zellen, die über den Nerven geradlinig-polygonal werden.

Die Radialwände sind nur auf den Nerven porös verdickt. Auf beiden Seiten kommt deutliche Cuticularstreifung vor. Die Zellen, die eine Haarbasis tragen, sind etwas grösser und weniger gebuchtet, als die übrigen, ähnlich wie bei Solanum tuberosum, aber weniger auffallend.

Spaltöffnungen kommen auf beiden Seiten in grosser Menge vor. Nebenzellen fehlen. Die Spaltöffnungen sind fast rund, die durchschnittliche Grösse beträgt 33 μ : 29 μ. Im Querschnitt sind sie auf der Unterseite über der Epidermis emporgewölbt.

Der grösste Teil der Behaarung wird durch Gliederhaare gebildet, die einem wenig erhabenen Polster aufsitzen. Sie lassen zwei deutlich verschiedene Teile erkennen [vgl. Taf. III, Fig. 14]. Erstens die Basis, welche aus 2—3 kurzen Zellen besteht. Der Durchmesser der Basalzellen schwankt zwischen 30 und 45 μ; derjenige der Gliederzellen zwischen 10 μ und 20 μ. Die Wände werden innen mit Chlorzinkjod allmählich violett und quellen mit Wasser etwas auf. Tschirch und Oesterle [L. 74, pag. 321] bezeichnen ihre Membran als verschleimt. Die äussere Schicht der Basalzellen wird gelbbraun, ist somit cuticularisiert. Zweitens den eigentlichen Schaft des Haares, der entweder aus einer viel längern, oft fast peitschenförmigen Zelle besteht oder aus 2—3 solchen. In diesem Falle sind die an die Basis grenzenden Zellen kürzer und auch die Endzelle kann man nicht mehr als peitschenförmig bezeichnen. Unter dem Polarisationsmikroskop leuchtet die Endzelle und zuweilen auch die andern zwischen ihr und der Basis befindlichen sehr stark auf. Beim Behandeln mit Chlorzinkjod sieht man auch hier, dass das Haar cuticularisiert ist, aber eine Celluloseschicht, wie bei der Basis, ist nicht zu erkennen. Dagegen erweisen sich die innerhalb der Cuticula liegenden Schichten beim Veraschen und Behandeln mit Schwefelsäure als stark verkieselt. Nach Kohl [L. 41] sollen auch die die Haarbasis umgebenden Zellen verkieselt sein, sodass jedes Haar auf einer verkieselten, aus Oberhautzellen bestehenden Scheibe steht. Mir ist es nicht gelungen, die Verkieselung in der Epidermis mit Sicherheit nachzuweisen. Haberlandt [L. 24, pag. 212] bezeichnet die analog gebauten Haare von Inula Helenium als »Saughaare«. Sie dienen zur Wasseraufnahme.

Neben den Deckhaaren finden sich besonders auf der Unterseite des Blattes zahlreiche längliche, keulenförmige Drüsenhaare, deren Köpfchen aus 4—10 Zellen bestehen, die etagenförmig je zu zweien angeordnet sind. Der Stiel besitzt nur 1—3 Zellen [vgl. Taf. III, Fig. 21].

Im Querschnitt besitzen die Epidermiszellen beider Seiten flache, ziemlich stark verdickte Aussenwände. Unter der Oberseite folgt eine einzige Schicht von Palissaden, deren Grösse im Durchschnitt 43 μ : 20 μ beträgt. Das darauffolgende Schwammparenchym ist normal ausgebildet.

Im Querschnitt ist der Hauptnerv auf der Oberseite flach oder nur wenig vorgewölbt, auf der Unterseite ragt er stumpf dreieckig hervor. Die Epidermiszellen der Oberseite sind flach und besitzen eine stark verdickte Aussenwand, die von einer deutlich gefalteten Cuticula überzogen wird. Unter der Epidermis folgen 2—3 Reihen schwach ausgebildetes Collenchym. Das ganz gleiche Verhalten zeigt die Unterseite des Nerven. In der Mitte befinden sich 3 linsenförmige, kollaterale Gefässbündel, die oben und unten einen Belag von Collenchym besitzen [vgl. Taf. III, Fig. 17].

Aus dieser Beschreibung von Inula Conyza geht hervor, dass für ihr Erkennen die Haare wieder von der grössten Wichtigkeit sind, da sie selbst im Blattpulver genügend Anhaltspunkte für den Nachweis liefern dürften.

13. Inula Helenium L.

Neben der öfter erwähnten und beobachteten Inula Conyza wird Inula Helenium L. nur bei Flückiger und Hanbury [L. 20], sowie 1887 von Tschirch [L. 21] erwähnt. In neuester Zeit habe ich sie nicht mehr aufgeführt gefunden.

Die grundständigen Blätter sind lang gestielt, länglich-eiförmig und in den rinnenförmigen bis 30 cm langen Blattstiel verschmälert. Das Blatt wird bis 60 cm lang und bis 20 cm breit. Der Rand ist breit gekerbt und die einzelnen Kerbzähne besitzen dunkle Stachelspitzchen. Die stengelständigen Blätter sind kürzer gestielt, die obern sitzend, halbstengelumfassend, spitzig, am Grunde abgerundet oder schwach herzförmig. Der Rand ist unregelmässig gesägt oder gezähnt. Die Oberseite ist dunkelgrün und schwach rauhhaarig. Die Unterseite ist graugrün infolge starker, weichfilziger Behaarung. Diese einseitig stärkere Behaarung ist einer der wichtigsten Unterschiede gegenüber Inula Conyza, die beiderseits stark behaart ist.

Die Nervatur des Blattes wird gebildet aus einem kräftigen Hauptnerv, von dem jederseits zahlreiche Sekundärnerven unter 45—60° abgehen, und durch Tertiärnerven, die mit einander anastomosieren. Im durchfallenden Licht bilden diese Nerven ein schwarz erscheinendes Maschennetz, in welchem zahlreiche Nerven höherer Ordnung ein feines, durchscheinendes zweites Netz bilden, wie bei Digitalis purpurea und Salvia Sclarea. In die nur sehr schwach ausgebildeten Blattzähne tritt wenig schief von unten her ein Hauptnerv ein, der sich vorne pinselförmig verbreitert und an den sich jederseits eine mehr oder weniger deutlich viereckige Masche anlegt [vgl. Taf. III, Fig. 18].

Da der anatomische Bau von Inula Helenium mit demjenigen von Inula Conyza in vielen Punkten übereinstimmt, so führe ich im folgenden nur die Unterschiede an, die Inula Helenium eigentümlich sind: Sie besitzt auf den Epidermiszellen keine Cuticularstreifung. Spaltöffnungen sind auf beiden Seiten reichlich vorhanden, sie sind rundlich und messen im Durchschnitt 30 μ : 27 μ.

Das Blatt ist im Gegensatz zu Conyza, wie ich schon erwähnte, nur auf der Unterseite stark behaart. Auf der Oberseite findet man meist nur die Basalzellengruppe der Haare, die einem Polster aufsitzen. Wo das Haar erhalten ist, lässt es Unterschiede von Conyza erkennen. Während dort die Haare beiderseits gleich sind, besteht bei Inula Helenium der Haarschaft auf der Oberseite aus 4 kürzeren Zellen, wogegen die gleichen Haare der Unterseite fast immer nur eine Basalzelle und 2 lange Schaftzellen haben. Die Breite der Basalzelle beträgt 40 μ—70 μ, der Gliederzellen 15 μ—25 μ. Die Drüsenhaare zeigen ebenfalls einen abweichenden Bau. Die zwei nebeneinander liegenden Endzellen des Köpfchens sind hier oft bedeutend länger als die übrigen Zellen, und dadurch erhält dasselbe eine eichelförmige Gestalt [vgl. Taf. III, Fig. 22 und 20]. Diese Haare sind sitzend.

Ein wesentlicher Unterschied besteht ferner im Bau des Hauptnervs. Während wir bei Inula Conyza 3 Gefassbündel fanden, sind es hier deren 16—18, die in annähernd zwei Kreisen angeordnet sind. Der äussere wird durch stärkere, der innere durch schwächere Bündel gebildet, die mit den grössern ziemlich regelmässig alternieren. Die Gefässbündel sind kollateral gebaut und besitzen auf der Innen- und Aussenseite starke, sichelförmige Faserbelege. Die einzelnen Fasern sind unregelmässig geschichtet, und messen 30 μ bis 37 μ im Durchmesser. [Vgl. Taf. III, Fig. 19.]

Das letztere, so charakteristische Merkmal wird uns freilich bei der Untersuchung des Pulvers im Stich lassen. Dagegen sind hier die Haare von Wichtigkeit, die von denjenigen von Inula Conyza unschwer zu unterscheiden sind. Dazu kommen die Fasern des Gefässbündels und das Fehlen der Cuticularstreifung auf den Epidermen.

14. Arnica montana L.

Diese Pflanze finde ich nur einmal in der Literatur erwähnt bei Wittstein [L. 82], der sie als tatsächlich vorgekommene Verfälschung aufführt.

Sie besitzt am Grunde eine, meist aus 4 Blättern bestehende Rosette, die aus 2 Paar gegenständigen, nahe zusammengerückten Blättern ge-

bildet wird. Die Stengelblätter sind ebenfalls gegenständig und gewöhnlich in der Zweizahl vorhanden. Ihre Grösse beträgt bis 15 cm. Sie sind länglich oder lanzettförmig, nach beiden Enden verschmälert, vorne in eine stumpfe Spitze auslaufend. Sie sind ganzrandig oder schwach gezähnt. Die Unterseite ist heller grün als die Oberseite. Das Blatt ist beiderseits schwach behaart.

Die Nervatur wird gebildet aus einem Hauptnerv, von dem jederseits 2 Paar kräftige Seitennerven abzweigen. Anfangs laufen sie dem Hauptnerv parallel und ziehen sich dann in sanftem Bogen bis zur Spitze hin. Dazwischen bilden Nerven höherer Ordnung ein feines Maschennetz. Die Nervatur der Blattzähne besitzt grosse Ähnlichkeit mit derjenigen von Digitalis ambigua und Digitalis lutea, nur verbreitert sich hier der Hauptnerv stärker und keulenförmig. Die angrenzenden Nerven höherer Ordnung bilden Maschen, wie sie fast identisch bei den erwähnten Digitalisarten vorkommen. [Vgl. Taf. III, Fig. 24 und Taf. I, Fig. 11 und 12.]

Die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite sind stark buchtig ineinandergreifend. Bei letztern sind die Buchten deutlich eckig. Die Radialwände sind nirgends verdickt und Cuticularstreifung fehlt.

Spaltöffnungen sind auf beiden Seiten zahlreich anzutreffen. Sie besitzen keine Nebenzellen und befinden sich auf dem Querschnitt im Niveau der Epidermis. Sie sind von rundlicher Form und werden im Maximum 45 μ : 35 μ gross.

Die Behaarung des Blattes ist eine spärliche und auf beiden Seiten ungefähr gleich stark. Am zahlreichsten sind Gliederhaare, die aus 4—8 dünnwandigen Zellen bestehen, die keine Cuticularwärzchen besitzen. Die Zellen sind tonnenförmig angeschwollen, einzelne oft eingefallen und geknickt, was besonders für die unterste Zelle gilt. Die Spitze des Haares ist kurz und scharf. Die Haarbasis besteht immer aus 3—5 Zellen. [Vgl. Taf. III, Fig. 25.] Neben den Gliederhaaren kommen noch spärlich Drüsenhaare vor. Sie zeigen zwei Formen: Erstens sitzende die meist in einer kleinen, muldenförmigen Vertiefung der Epidermis sich befinden, und deren Köpfchen ein- oder mehrzellig ist. Zweitens gestielte, die ein rundliches Köpfchen besitzen, das durch horizontal und vertikal verlaufende Wände in mehrere Etagen geteilt wird.

Im Querschnitt durch die Lamina besitzen beide Epidermen flache oder schwach vorgewölbte, wenig verdickte Aussenwände. Unter der Epidermis der Oberseite folgen ein oder zwei Reihen von Palissaden, die im Durchschnitt 60 μ : 22 μ [Max. 70 μ : 25 μ] messen. Das darauf folgende Schwammparenchym besitzt sternförmig verzweigte Zellen, die grosse Intercellularräume bilden, die beim durchsichtig gemachten Blatt auf der Unterseite als grosse, polygonale Maschen erscheinen.

Im Querschnitt ist der Hauptnerv auf der Oberseite schwach vertieft, auf der Unterseite ragt er flach dreieckig hervor. [Vgl. Taf. III, Fig. 23.] Die Epidermiszellen sind wie auf der Lamina entwickelt, Cuticularfaltung fehlt. Unter den Epidermen ist jederseits ein sehr schwach ausgebildetes Collenchym. Das Gefässbündel setzt sich aus 3 kollateral gebauten Bündeln zusammen, die auf jeder Seite einen starken, sichelförmigen Faserbelag besitzen. Die Fasern sind stark verholzt, im Querschnitt unregelmässig oval und besitzen ein ziemlich grosses Lumen. Tüpfel konnte ich nicht auffinden. Der Durchmesser schwankt zwischen 25 μ und 30 μ. Oxalat fehlt dem Blatt

Als besonders charakteristisch für das Pulver werden die tonnenförmig angeschwollenen Glieder der Gliederhaare gelten müssen, die keine Cuticularwärzchen besitzen. Dann kommen weiter die Fasern in Betracht.

15. Artemisia vulgaris L.

Dieses Blatt ist in der Literatur nirgends als Verfälschung aufgeführt, und erst nach eingehender Prüfung bin ich dazu gelangt, es hier aufzunehmen. Ich habe unter den von Herrn Medizinalassessor Döll stammenden Pulvermustern 4 mal lange, gewundene, einzellige Haare gefunden. Herrn Döll waren sie auch aufgefallen und er teilte Herrn Prof. Hartwich mit, dass er sie für die Haare der Blätter von Tussilago Farfara L. halte. Ich habe sie darauf hin, möglichst genau verglichen und habe gegen diese Bestimmung geltend zu machen, dass ich niemals eine, aus kleinern Zellen bestehende Basis [ähnlich wie bei Inula Helenium und I. Conyza] gefunden habe. Dazu kam, dass die Haare des Pulvers erheblich dickwandiger sind, wie diejenigen von Tussilago. Dasselbe gilt auch für die Haare von Petasites officinalis Moench, die ich ebenfalls verglichen habe. Von pharmazeutisch verwendeten Blättern, die ähnlich lange, geschlängelte, einzellige Haare haben habe ich nur Artemisia vulgaris L. gefunden und muss sagen, dass die Haare in den Pulvern mit denen dieser Pflanze völlig übereinstimmten. Die Übereinstimmung bezieht sich besonders auf die Dicke der Wand und auf einen andern sehr wichtigen Punkt. Bekanntlich sind die Artemisia Arten charakterisiert durch T-förmige Haare, d. h. einem mehr oder weniger kurzen, mehrzelligen Stiel sitzt quer eine sehr lange Endzelle auf. Ich habe nun in den Pulvern mehrfach diesen Stiel mit der quer darauf sitzenden Endzelle wenigstens in Bruchstücken, aber zweifellos gefunden. Die Länge der Endzelle charakterisiert das Haar als dasjenige von Artemisia vulgaris. Bei den andern heimischen Artemisiaarten ist dasselbe viel kürzer. Aus diesen

Gründen führe ich das Blatt, obschon es dem Digitalisblatt so unähnlich als nur möglich ist, hier auf. An eine Verwechslung beider Blätter ist natürlich nicht zu denken, ebenso ist es schwer, eine absichtliche Verfälschung anzunehmen. Ich kann mir nur denken, dass in irgend einer Drogenhandlung beide Pulver durch Unachtsamkeit unter einander gelangt sind, und dass ein solches grösseres Quantum von Pulver nun in eine Reihe von Apotheken gelangt ist, wo es der Sorgfalt des Herrn Döll vorbehalten blieb, bei der Revision der Apotheken die Vermengung aufzufinden.

Die Blätter von Artemisia vulgaris, L. sind sitzend, halbstengelumfassend, die untern doppelt, die obern einfach-fiederspaltig, die obersten ungeteilt. Die einzelnen Fiederstücke lanzettförmig, spitz, scharfgesägt oder ganzrandig; die untersten schmäler und kürzer. Die Oberseite der Blätter ist dunkelgrün, wenig behaart, im Gegensatz zu Lemaire [L. 44], nach dem das Blatt auf der Oberseite kahl ist. Die Unterseite ist stark filzig behaart und graugrün.

Die Epidermiszellen der Oberseite sind wenig gebuchtet und besitzen unverdickte Radialwände. Auf der Unterseite sind die Zellen viel stärker buchtig ineinander greifend. Auf beiden Seiten sind die, über den Nerven gelegenen Zellen geradlinig-polygonal. Spaltöffnungen kommen nur auf der Unterseite vor. Sie besitzen keine Nebenzellen und ragen im Querschnitt über die Epidermis hervor. Ihre Grösse beträgt im Durchschnitt 27 μ : 23 μ.

Die Behaarung ist besonders auf der Unterseite eine starke und besteht aus Glieder- und Drüsenhaaren. Die Gliederhaare sind T-förmig, und besitzen einen aus 3—5 kurzen Zellen bestehenden Stiel, auf dem eine lange Querzelle sitzt [vgl. Taf. III, Fig. 26]. Diese Endzelle hat eine mässig verdickte Wand, ist vielfach umeinander gedreht und verschlingt sich mit den benachbarten zu einem dicken Filz. Ihr Durchmesser beträgt 5—7 μ. Neben diesen typischen Haaren kommen in geringerer Menge Drüsenhaare vor, die auf einem kurzen Stiel ein aus wenigen, in 2 Reihen angeordnete Zellen bestehendes Köpfchen tragen.

Im Querschnitt durch die Lamina besitzt die Epidermis der Oberseite eine ungewöhnlich stark verdickte, wenig vorgewölbte Aussenwand. Die Cuticula ist meistens gefaltet. Darauf folgt eine einzige Palissadenschicht; die Längswände ihrer Zellen sind oft wellig gebogen. Sie messen 30 μ : 15 μ. Das Schwammparenchym ist normal entwickelt. Die Epidermiszellen der Unterseite besitzen nur mässig verdickte Aussenwände.

Im Querschnitt ist der Hauptnerv auf der Oberseite kaum emporgewölbt, während auf der Unterseite der Nerv buchtig vorragt. Die Epidermen sind beiderseits gleich entwickelt wie auf der Lamina; und es folgt auf sie jederseits ein deutlich ausgebildeter Collenchymbelag. Das Gefässbündel liegt zentral und ist einfach, kollateral gebaut. Auf beiden Seiten besitzt es einen Belag von collenchymatischem Stützgewebe, der auf der Unterseite stärker entwickelt ist [vgl. Taf. III, Fig. 27].

Dass die Haare das charakteristische Element ausmachen, habe ich schon oben auseinander gesetzt.

Zusammenfassung.

Ich lasse im folgenden noch einmal kurz eine Zusammenstellung der wichtigsten Elemente folgen, die geeignet sind, in einem vorliegenden Fall einen Hinweis auf die Art der Verfälschung eines Digitalispulvers zu geben.

1. Die durchscheinende feine Nervatur kommt ausser bei der Hauptdroge vor bei Digitalis parviflora, Teucrium Scorodonia, Salvia Sclarea und Inula Helenium.
2. Form und Gestalt der Haare.
   Charakteristische Formen kommen vor bei
   a) **Digitalis parviflora:** starke Cuticularwärzchen, Endzelle meist keulenförmig verbreitert.
   b) **Verbascum:** Stern und Kandelaberhaare.
   c) **Teucrium Scorodonia:** dickwandige, spitze Gliederhaare sowie Labiatenöldrüsen.
   d) **Salvia Sclarea:** vielzellige, dünnwandige, lange Haare und Labiatenöldrüsen.
   e) **Symphytum officinale:** Borsten und Hakenhaare oft mit Calciumcarbonat in verschiedener Form ausgefüllt; die Spitze und die die Basis umgebenden Epidermiszellen verkieselt.
   f) **Solanum tuberosum:** dünnwandige Gliederhaare mit auffallend grosser, geteilter Basis. Solanaceendrüsenhaare.
   g) **Solanum nigrum:** dünnwandige Gliederhaare mit angeschwollener Basalzelle. Solanaceendrüsenhaare.
   h) **Althæa officinalis:** Büschelhaare mit getüpfelter Basis.
   i) **Inula Conyza:** dickwandige Haare mit deutlicher Basis und darauf mehrere lange, peitschenförmige Schaftzellen, deren Spitze verkieselt ist. Drüsenhaare kurzgestielt und vielzellig in 2 Reihen angeordnet.
   k) **Inula Helenium:** Bei den Köpfchenhaaren die beiden letzten Zellen stark in die Länge gezogen. Die Basis der Gliederhaare besteht aus 1—2 Zellen.

l) **Arnica montana:** dünnwandige Gliederhaare mit kurzer Spitze und tonnenförmig aufgeblasenen Zellen, ohne Cuticularknötchen.

m) **Artemisia vulgaris:** lange T-Haare.

n) **Citrus Aurantium:** kahl.

3. Das Vorkommen von Calciumoxalat.

a) Dieses fehlt gänzlich bei den Digitalisarten: Teucrium Scorodonia, Inula Conyza, Inula Helenium, Arnica montana, und Artemisia vulgaris.

b) Es kommen vor Einzelkrystalle bei:
Verbascum: kleine, prismatische Krystalle.
Salvia Sclarea: ebenso.
Solanum tuberosum: kleine Krystalle sowie Sand.
Solanum nigrum: kleine Kryställchen.
Citrus Aurantium: oktaedrische sowie prismatische grosse Krystalle, die erstern häufig noch in ihrer Cellulosetasche.

c) Drusen bei:
Althæa officinalis.

4) Das Vorkommen von Calciumcarbonat in Form von Cystolithen und Ausfüllungen der Haare bei Symphytum officinale.

5. Verkieselung der Haare bei Symphytum officinale, Inula Conyza und Inula Helenium.

6 Das Vorkommen von Fasern ist beschränkt auf

a) Citrus Aurantium: sie sind dickwandig, deutlich geschichtet, schwach verholzt, und getüpfelt.

b) Inula Helenium: unregelmässig geschichtet, stark verholzt.

c) Arnica montana: ungetüpfelt und stark verholzt.

7. Weitere Anhaltspunkte bieten die Grössendimensionen der Spaltöffnungen, der Epidermiszellen und der Durchmesser der Haare. Ich verweise auf die Beschreibung der einzelnen Blätter.

III. TEIL.

Untersuchung von fertig gekauften Digitalispulvern.

Der dritte Teil meiner Arbeit umfasst die Untersuchung einer grössern Anzahl fertig bezogenen Digitalispulver. Es wurden untersucht: erstens 5 Pulver von Herrn Medizinalassessor Döll aus Stuttgart; ich habe schon mehrmals auf sie Bezug genommen. Sie unterscheiden sich von den übrigen Mustern dadurch, dass sie sämtlich bei der Untersuchung als verfälscht aufgefallen waren. Zweitens Muster aus Drogenhandlungen und zwar 4 Muster von Bohny-Hollinger & Cie. in Basel, und je eine Probe von Siegfried in Zofingen und Caesar & Loretz in Halle. Drittens 20 Muster aus schweizerischen Apotheken.

Ich kann mich mit dem Bericht über die Untersuchung kurz fassen. Nur eines der Pulver war so fein, dass charakteristische Elemente nicht oder nicht sicher erkannt werden konnten. Ich bin derselben Meinung wie Herr Döll, der schon in einem Brief an Herrn Prof. Hartwich die Ansicht vertritt, man müsse verlangen, dass die Pulverung nicht weiter getrieben werde, als dass die Erkennung der charakteristischen Elemente unter dem Mikroskop noch möglich ist, eine Anforderung, die ja bei den jetzigen vollkommenen Einrichtungen leicht zu erfüllen ist. Es ist entschieden unzulässig, ein so feines Pulver herzustellen, dass in dasselbe alles mögliche mit vermahlen und dann nicht erkannt werden kann. Eine Anzahl der aus schweizerischen Apotheken bezogenen Pulver war nachweislich von den Apothekern selbst hergestellt und dabei wurde kein feineres Sieb als Nr. VII der schweiz. Pharmakopöe, welches 50--51 Maschen auf 1 cm enthält, angewendet. Diese Pulver setzten der mikroskopischen Analyse keine Schwierigkeiten entgegen.

Dass die Döll'schen Pulver sämtlich, und zum Teil sehr stark verunreinigt waren, habe ich schon gesagt. Sehr bemerkenswert ist es, dass die beobachteten Verfälschungen von Blättern stammen, die in der Literatur bisher nicht aufgeführt sind, nämlich Citrus Aurantium L. und Artemisia vulgaris L. Von Citrus Aurantium schätzte ich in einigen Pulvern die Menge auf über 30%; bei Artemisia vulgaris fällt eine Schätzung

eher schwer, da die Haare ausserordentlich voluminös sind, ich möchte nicht mehr als 20 % annehmen. Bei den übrigen Pulvern habe ich absichtliche Verfälschungen mit andern Blättern nicht konstatieren können. Dagegen fanden sich in etwa 20 % der untersuchten Pulver Elemente des Digitalisstengels vor, der nachgewiesen wurde durch die grössern Stärkekörner, das verholzte, getüpfelte Parenchym, sowie die grössern Tüpfelgefässe [vgl. Seite 23].

Verunreinigungen kamen dagegen in grosser Menge vor. Zum Teil waren es solche, die in der Natur an den stark behaarten Blättern hängen geblieben sind; zum Teil auch solche, die in der Fabrik infolge ungenügender Reinlichkeit in das Pulver gelangt sind. Zu den erstern zähle ich Sand, Pollen von Pinus sylvestris, Sporen von Lycopodium. In einem Muster waren die Sporen in nicht geringer Anzahl vorhanden, so dass ich in jedem Präparat mehrere auffinden konnte. Trotzdem glaube ich, dass an eine absichtliche Verfälschung nicht zu denken ist, die ja in diesem Fall gar keinen Sinn hätte, sondern dass die Sporen von den mit Digitalis purpurea zusammen wachsenden Pflanzen auf die Blätter gelangt sind. Ebenso sind dahin zu zählen vereinzelte Pollenkörner, sowie Bruchstücke der Pappushaare von Compositen. Die letzteren kommen nicht selten vor, und ich bin lange zweifelhaft gewesen, ob es sich hier nicht doch um eine absichtliche Verfälschung handle, aber ich konnte trotz aller Mühe, die ich mir gegeben habe, keine andern Elemente auffinden, die zu den Pappushaaren gestimmt hätten. Wir werden hier einen ähnlichen Fall annehmen müssen, wie ich ihn bei Digitalis ambigua für das Vorkommen von Verbascumhaaren erwähnt habe [vgl. Seite 24], und es beweist dieses Vorkommen aufs neue, wie vorsichtig man bei der Beurteilung der Pulver vorgehen muss. In einem Pulver habe ich auch Bruchstücke von Verbascumhaaren gefunden. Eine absichtliche Verfälschung durfte ich aber nicht annehmen, da ihre Menge eine zu geringe war, und auch alle andern Elemente des Verbascumblattes vollständig fehlten.

Zu der zweiten Gruppe zähle ich diejenigen Verunreinigungen, die erst in der Fabrik in das Pulver gelangt sind. Dahin gehören vereinzelte Tracheïden von Coniferenholz, Gefässbruchstücke aus Laubholz, einzelne Fasern, Steinzellen, Krystallkammerfasern, Oeldrüsen von Labiaten, Oxalatkrystalle. Verhältnismässig häufig und in einem Pulver von Herrn Döll in einer Menge von mehreren Prozenten fand ich Stärke, deren Bestimmung mir nicht gelungen ist und bei der ich offen lassen muss, ob es sich nicht doch um eine absichtliche Verfälschung handelt. Die Körner messen 20—25 μ; sie sind im Umriss eiförmig. Der Nabel befindet sich am breiten Ende, ist punktförmig, gestreckt oder verzweigt; am

spitzen Ende ist das Korn häufig abgestutzt, und dort hat der Leukoplast gesessen. Schichtung war nur ausnahmsweise und nur undeutlich zu sehen. Die Stärkekörner stimmen mit keiner der im grossen hergestellten Stärkearten überein; dagegen stimmen sie nach Form und Grösse überein mit derjenigen des Irisrhizoms; so dass ich beide nicht von einander unterscheiden kann. Wenn ich sie trotzdem nicht auf diese Droge zurück führe, so hat das seinen Grund darin, dass ich andere Elemente des Rhizoms, besonders die langen Oxalatkrystalle in toto oder in Bruchstücken nicht aufgefunden habe. Ich muss die Herkunft dieser Stärke zweifelhaft lassen.

Bei der Beurteilung der untersuchten Pulver habe ich die von Herrn Döll ausser Betracht zu lassen, da ja von ihnen schon bekannt war, dass sie verfälscht sind. Im übrigen muss ich sagen, dass das Resultat der Untersuchung der übrigen Pulver ein viel günstigeres gewesen ist, als ich anfangs geglaubt habe.

Ich resumiere kurz, dass in neuerer Zeit an Verfälschungen des Digitalispulvers beobachtet worden sind:

1. Citrus Aurantium.
2. Artemisia vulgaris.
3. Inula Conyza.
4. Verbascum spec.

Endlich lasse ich noch eine Charakteristik des unverfälschten Digitalispulvers folgen. Die im Pulver vorkommenden, charakteristischen Elemente führe ich nach der Häufigkeit und der Wichtigkeit ihres Vorkommens auf. Es fallen bei der Betrachtung sofort in die Augen:

1. Die Gliederhaare und zwar ganz oder in mehr oder weniger grossen Bruchstücken, deren Cuticularwärzchen meistens deutlich sichtbar sind. Bei grösseren Fragmenten sind oft einzelne der Glieder eingefallen.
2. Die Drüsenhaare, von welchen diejenigen mit 2 teiligem Köpfchen nicht selten vollständig unversehrt erhalten sind.
3. Grössere und kleinere Bruchstücke der Epidermis.
4. Nicht selten vollständig erhaltene Spaltöffnungen.
5. Palissadengewebe in der Seitenansicht mit darüber befindlicher Epidermis der Oberseite.
6. In grosser Menge Stücke des Schwammparenchyms, Chlorophyllkörner etc., die aber für die Diagnose absolut wertlos sind, da sie keine charakteristischen Merkmale haben.

Thesen.

Zum Schluss der Arbeit möchte ich folgende Hauptresultate zusammen fassen.

1. Die einzelnen Digitalisarten weichen in ihrem anatomischen Bau nur sehr wenig von einander ab; sie liefern aber immerhin Merkmale, die zur Bestimmung der einzelnen Arten im Pulver verwendet werden können.
2. Die in der Literatur als Verfälschung aufgeführten Blätter sehen dem Digitalisblatt meist so unähnlich, dass man sie in der ganzen, sowie geschnittenen Droge leicht erkennen kann.
3. Sie weichen in ihrem anatomischen Bau so stark von der Hauptdroge ab, dass ihr Auffinden selbst in feinem Pulver keine grossen Schwierigkeiten bereiten dürfte.
4. Die in der älteren Literatur angeführten Verfälschungen kommen in Praxi nur selten vor, und sind anscheinend durch neue ersetzt worden.
5. Die Digitalispulver sind meist von zufriedenstellender Beschaffenheit, doch kommen Beimischungen von Blattstiel und Stengel öfters vor.
6. Die Pulverung der Blätter darf nicht weiter getrieben werden, als dass die Elemente des Blattes noch unter dem Mikroskop sicher zu diagnostizieren sind. Das Sieb VII der schweiz. Pharmakopöe entspricht dieser Anforderung.
7. Bei mehreren der untersuchten Blätter konnte eine blasenförmige Abhebung der Cuticula konstatiert werden. Bei Digitalis purpurea wird die dadurch frei gelegte subepidermale Schicht zur neuen Epidermis, insofern sie cuticularisiert und sogar Haare bildet.

Verzeichnis
der für diese Arbeit benutzten Literatur.

1. Ascherson P.: Flora der Provinz Brandenburg, der Altmark und des Herzogt. Magdeburg. Berlin 1864.
2. v. Aubel: Journal de Pharmac. et de Chem. 1893 nach Jahresbericht der Pharmac. 1893, pag. 183.
3. de Bary: Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne 1877.
4. Benecke: Nebenzellen der Spaltöffnungen. Bot. Zeitung 1892. pag 570.
5. Bentley und Trimen: Medicinal plants. London 1880.
6. Berg O.: Charakteristik der für die Arzneikunde und Technik wichtigsten Pflanzen-Genera. Berlin 1854, Taf. XXXX, pag 62.
7. Berg O.: Pharmazeutische Warenkunde. Berlin 1863, pag. 304.
8. Berg und Schmidt: Darstellung und Beschreibung der in der Pharmacopoea Borussica aufgeführten offic. Gewächse. Leipzig.
9. Bischoff: Medicinisch-pharmaceutische Botanik. Erlangen 1843, pag. 415.
10. Caesar und Loretz: Handelsberichte 1897.
11. Chauveau: Étude sur la Digitale. Montpellier 1895.
12. Dobrowolski: Czasop. fowarz. apték. VI. Nr. 3, pag. 44 nach Jahresbericht der Pharmac. 1877, pag. 123.
13. Dragendorff: Die Heilpflanzen aller Zeit und Völker. Stuttgart 1898.
14. Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig.
15. Fedde: Vergl. Anatomie der Solanaceen. Diss. Breslau 1896.
16. Fischer und Hartwich: Hager's Handbuch der pharmazeut. Praxis. Berlin 1900.
17. Fischer und Hartwich: Kommentar zum deutschen Arzneibuch, Berlin 1891.
18. Flückiger A.: Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreichs. Berlin 1867, pag. 485.
19. Flückiger A.: Pharmakognosie des Pflanzenreichs. Berlin 1891, pag 670.
20. Flückiger und Hanbury: Histoire des Drogues, franz. Übersetzung von Lanessan. Bd. II. pag. 156. Paris 1878.
21. Geissler und Möller: Real-Encyklopädie der gesammten Pharmacie. Wien und Leipzig 1887. (Bes.: Artikel »Digitalis« von Tschirch.)[1])
22. Glaser: Mikroskop. Analyse der Blattpulver von Arzneipflanzen. Verh. der Physik.-med. Ges. in Würzburg. 1901.
23. Goldenberg: Experimentelle Untersuchungen einiger in ihrer Wirkung noch unbekannten Digitalisspecies. Diss. Dorpat 1892.
24. Haberlandt: Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1904.
25. Hanson: American Drugg. 1896 nach Jahresbericht der Pharmac. 1896, pag. 14.
26. Haushofer: Mikrochemische Reaktionen. Braunschweig 1885.

[1]) Die neue Ausgabe der Encyklopädie habe ich nicht mehr benutzen können.

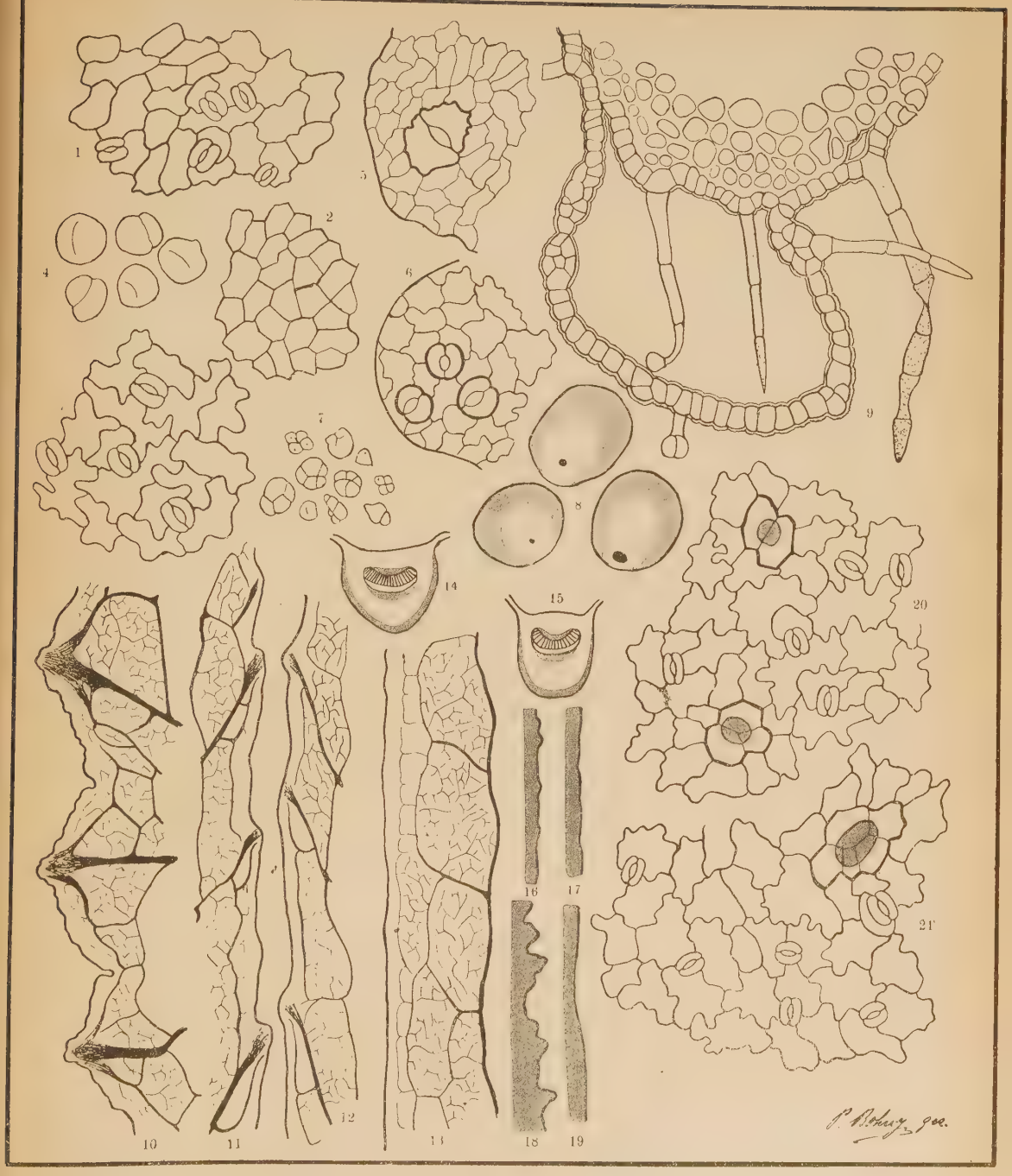
27. Hayne: Darst. und Beschreibung der in der Arzneykunde gebräuchlichen Gewächse. Berlin 1805..
28. Hegetschweiler: Giftpflanzen der Schweiz.
29. Henkel: Handbuch der Pharmakognosie des Pflanzen- und Tierreichs. Tübingen 1867, pag. 253.
30. Hérail et Bonnet: Manipulation de botanique médicale et pharmaceutique. Paris 1891.
31. Hirsch: Universal-Pharmacopöe. Göttingen 1902.
32. Hoch: Behaarung unserer Labiaten etc. Diss. Freiburg i. B. 1896.
33. Husemann und Hilger: Die Pflanzenstoffe. 1882.
34. Jacquin. Hortus botanicus Vindobonensis, seu Plantarum rariorum quæ in horto botanico Vindobonensi coluntur. Vindobonæ 1770—1776, Tom. I. Tab. 17.
35. Index Kewensis Plantarum Phanerogamarum. 1893.
36. Kärner W.: Über den Abbruch und Abfall pflanzlicher Behaarung und den Nachweis von Kieselsäure in Pflanzenhaaren. Nova acta d. Ksl. Leop.-Carol. Deutsch. Acad. d. Naturf. 1889. Bd. LIV. Nr. 3.
37. Karsten: Botanische Untersuchungen.
38. Karsten: Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreichs. Jena 1903.
39. Koch: Anat. Charakt. der Scrophularineæ. Diss. Erlangen 1895.
40. Koch: Die mikroskopische Analyse der Drogenpulver. Leipzig 1904. Bd. III, pag. 99.
41. Kohl: Anat.-physiol. Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg 1889.
42. Richard's mediz. Botanik, herausgegeben v. Kunze, Berlin 1824.
43. Labler in Zeitschrift. des œstr. Apotheker-Vereins 1889.
44. Lemaire: Feuilles médicinales. Nancy 1882.
45. Maisch: Bullet. of. Pharmac. Bd. X. pag. 68, nach Jahresbericht der Pharmac. 1899, pag. 156.
46. Martiny: Encyklopädie der med.-pharmac. Naturalien und Rohwarenkunde. Quedlinburg und Leipzig 1854.
46 a. Martius W.: Grundriss der Pharmakognosie des Pflanzenreichs. Erlangen 1832.
47. Meyer Ad.: Anat. Charakteristik officineller Blätter und Kräuter. Halle 1882.
48. Meyer Arthur: Wissenschaftliche Drogenkunde. Berlin 1892. Bd. II, pag. 201.
49. Meyer Arthur: Die Grundlage und die Methoden für die mikroskop. Untersuchung von Pflanzenpulvern. Jena 1901.
50. Meyer Arthur. Untersuchungen über die Stärke. Jena 1895.
51. Mez: Morphol. und anat. Studien über die Gruppe der Cordiae. Engler. Botan. Jahrbücher, Bd. 12.
52. Mitlacher: Inula Conyza als Verfälschung von Digitalispulver in Pharmazeut. Post 1905, pag. 41.
53. Möller J.: Atlas der Pharmakognosie. Berlin 1892.
54. Möller J.: Leitfaden zu mikroskop.-pharmakognost. Übungen. Wien 1901.
55. Möller J.: Digitalis und Verbascum. Apothekerzeitung 1904, pag. 953.
56. Möller J.: Digitalis und Verbascum. Pharmazeut. Post. 1904, pag. 677.
57. Nees von Esenbeck: Plantæ officinales. Düsseldorf 1828.
58. Nees von Esenbeck und Dierbach: Pharmazeut. Botanik. Heidelberg 1840, pag. 424.
59. Oudemans: Handleiding tot de Pharmakognosie. Amsterdam 1880, pag. 262.
60. Paschkis: Wien. Med. Jahrbuch 1888 nach Jahresbericht d. Pharmac. 1888. pag. 120.
61. Pereira. Elements of. Materia medica. London 1840. Bd. II, pag. 836.
62. Planchon: Traité pratique de la détermination des drogues simples. Paris 1875.

63. Planchon et Collin: Drogues simples. Paris 1895. Bd. I, pag. 203.
64. Pritzel und Jessen: Die deutschen Volksnamen der Pflanzen. Hannover 1882.
65. Rauter: Trichomgebilde. Denkschriften der Wiener Akademie 1871.
66. Schibler: Beitr. zur vergl. syst. Anatomie von Blatt und Stengel der Borragineen. Diss. Bern 1887.
67. Schleiden: Botanische Pharmakognosie. Leipzig 1857. pag. 308.
68. Schlepegrell: Beitr. zur vergl. Anatomie der Tubifloren. Bot. Centralbl. Bd. XLIX.
69. Schmidt C.: Vergl. Untersuchungen über die Behaarung der Labiaten und Borragineen. Diss. 1888.
70. Schroff C.: Lehrbuch der Pharmakognosie. Wien 1853, pag. 302.
71. Solereder: Vergleichende Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart 1899.
72. Timbal-Lagrave: Journal de Pharmac. d'Anvers nach Jahresbericht der Pharmac. 1859, pag. 24.
73. Tschirch A.: Über einige Beziehungen des anat. Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort. Linnaea Neue Folge, Bd. IX.
74. Tschirch und Osterle: Anat. Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde. Leipzig 1900.
75. Uhlworm: Beiträge zur Entwicklung der Trichome, Bot. Ztg. 1873.
76. Virchow: Über Bau und Nervatur der Blattzähne und Spitzen mit Rücksicht auf diagnostische Zwecke im Gebiete der Pharmakognosie. Archiv der Pharmacie 1896.
77. Walz: Mitteilungen versch. pharmaceut. Inhalts. Jahrbuch für prakt. Pharmacie, Bd. 9, pag. 83. Landau 1846.
78. Wigand: Lehrbuch der Pharmakognosie. Berlin 1879. pag. 224.
79. Wiggers: Grundriss der Pharmakognosie. Göttingen 1853, pag. 240.
80. Willkomm: Prodomus Floræ Hispanicæ seu synopsis methodica omnium plantarum in Hispania, Stuttgartiæ 1870, Tom. II, pag. 588.
81. Wittlin: Über die Bildung der Kalkoxalat-Taschen in Bot. Centralblatt 1896. Bd. LXVII, pag. 33.
82. Wittstein. Handwörterbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreichs. Breslau 1882.

TAFEL I.

Fig.

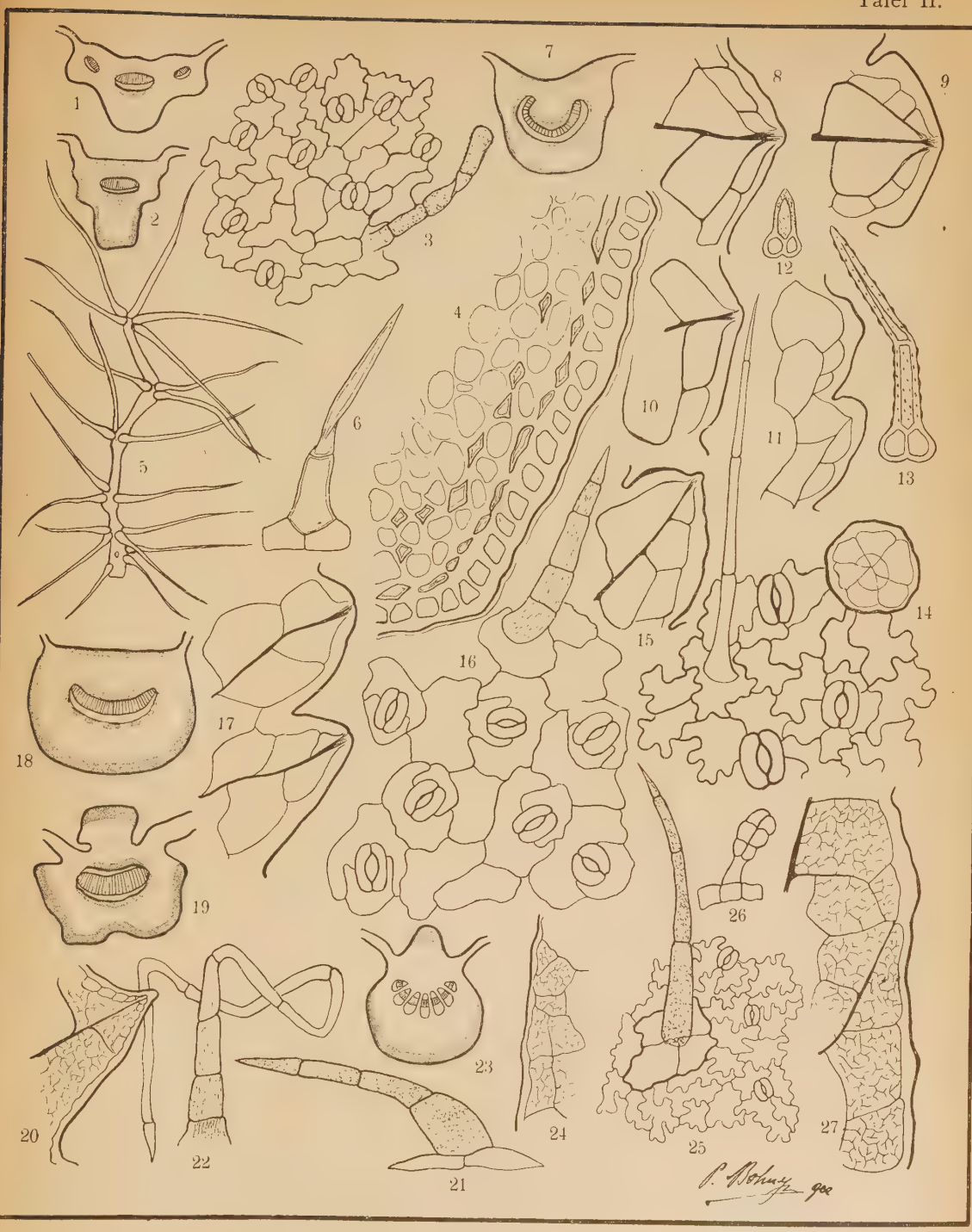
1. Epid. der Oberseite v. Digit. purpurea.
2. „ „ „ „ „
3. „ „ Unterseite v. Digit. purpurea
4. Pollenkörner v. Digit. purpurea.
5. Blattzahn mit Wasserspalte v. Digit. purpurea.
6. „ „ „ v. Digit. ambigua.
7. Stärke aus der Stärkescheide des Hauptnerven v. Digit. purpurea.
8. Stärke aus dem Stengel v. Digit. purpurea.
9. Abgehobene Cuticula b. Digit. purpurea.
10. Blattzähne v. Digit. purpurea.
11. „ „ „ ambigua.
12. „ „ „ lutea.
13. „ „ „ parviflora.
14. Querschnitt a. d. Hauptnerven v. Digit. purpurea.
15. „ „ „ „ ambigua.
16. Rand der Blätter v. Digit. purpurea.
17. „ „ „ „ „ ambigua.
18. „ „ „ „ „ lutea.
19. „ „ „ „ „ parviflora.
20. Epidermis der Unterseite v. Digit. ambigua.
21. „ „ Oberseite „ „ „


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

TAFEL II.

Fig.

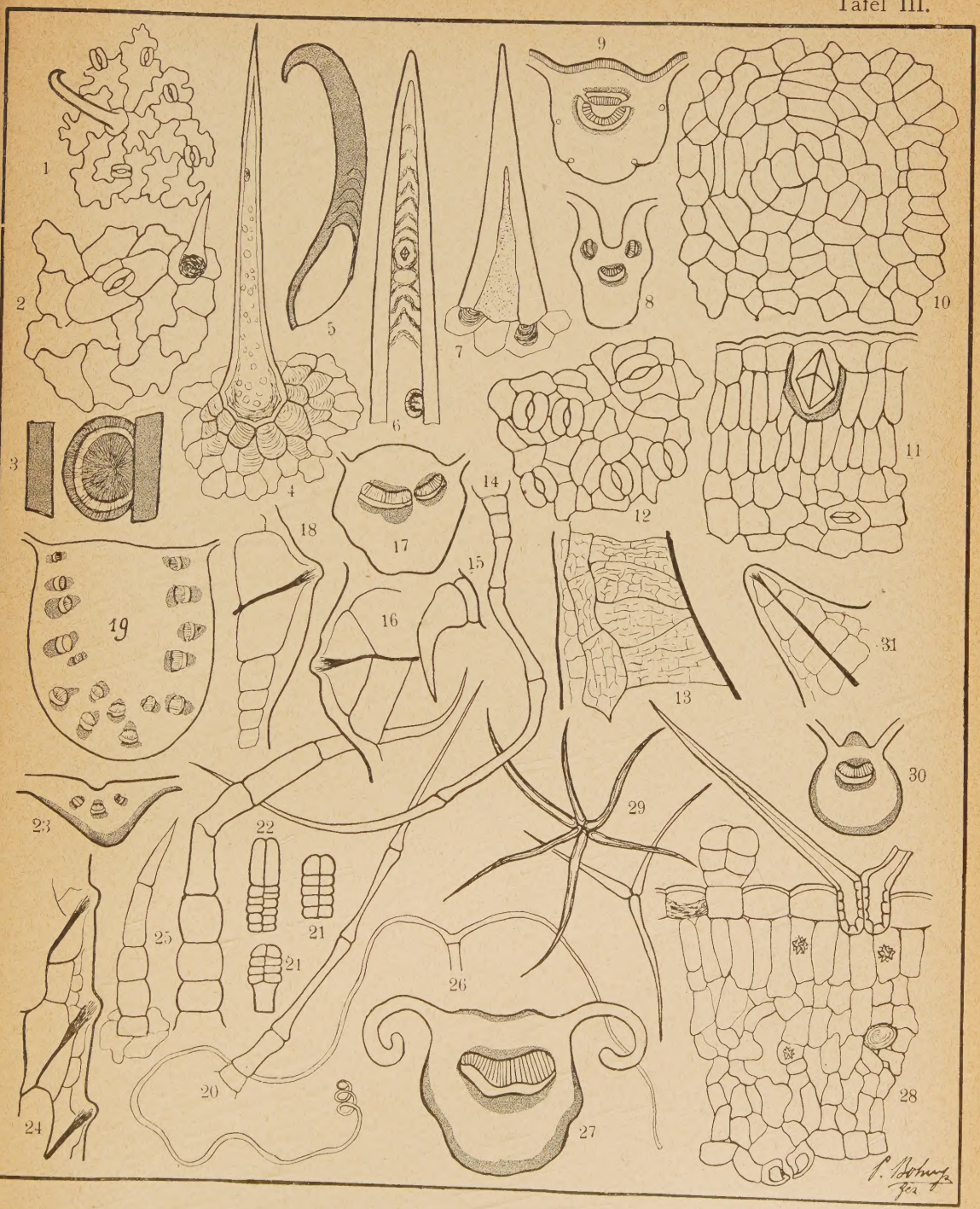
1. Querschnitt durch den Hauptnerven v. Digit. lutea.
2. „ „ „ „ v. Digit. parviflora.
3. Epidermis d. Oberseite v. Digit. parviflora.
4. Beginnende Bildung einer zweiten Epidermis b. Digit. parviflora.
5. Kandelaberhaar v. Verbascum.
6. Einfaches Borstenhaar v. Verbascum.
7. Querschnitt d. Hauptnerven v. Verbascum.
8. Blattzahn v. Verbasc. Thapsus.
9. „ „ „ nigrum.
10. „ „ „ phlomoïdes.
11. „ „ „ Lychnitis.
12. Haar v. Teucrium Scorodonia.
13. „ „ „ „
14. Epid. d. Unterseite v. Teucrium Scorodonia.
15. Blattzahn v. Teucrium Scorodonia.
16. Epid. d. Unterseite v. Salvia Sclarea.
17. Blattzähne v. Salvia Sclarea.
18. Querschnitt durch den Hauptnerven v. Salvia Sclarea.
19. „ „ „ „ „ Solanum nigrum.
20. Blattzahn v. Sol. nigrum.
21. Haar v. Sol. nigrum.
22. Haar v. Rande des Blattes v. Salvia Sclarea.
23. Querschnitt durch den Hauptnerven v. Solanum tuberosum.
24. Blattrand v. Sol. tuberosum.
25. Epid. der Unterseite v. Sol. tuberosum.
26. Drüsenhaar v. Solanaceentypus.
27. Blattrand v. Symphytum officinale.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

TAFEL III.

Fig.

1. Epidermis der Unterseite v. Symphytum officinale.
2. Epidermis der Oberseite „ „ „
3. Sphärit aus einem Borstenhaar v. Symphyt. officinale.
4. Borstenhaar v. Symphyt. officinale.
5. Hakenhaar v. „ „
6. Borstenhaar v. „ „
7. Borstenhaar v. „ „
8. Querschnitt d. Hauptnerv v. Symph. officinale.
9. „ „ „ „ Citrus Aurantium.
10. Epid. d. Oberseite über einem Sekretbehälter v. Citrus Aurantium.
11. Querschnitt durch die obere Partie eines Blattes v. Citrus Aurant.
12. Epid. d. Unterseite v. Citrus Aurantium.
13. Blattrand v. Citr. Aurantium
14. Haar v. Inula Conyza.
15. Haar v. Inula Conyza.
16. Blattzahn v. Inula Conyza.
17. Querschnitt durch den Hauptnerv v. Inula Conyza.
18. Blattzahn v. Inula Helenium.
19. Querschnitt durch den Hauptnerv v. Inula Helenium.
20. Haar v. Inula Helenium.
21. Drüsenhaare v. Inula Conyza u. Inula Helenium.
22. Drüsenhaar v. Inula Helenium.
23. Querschnitt durch den Hauptnerv v. Arnica montana.
24. Blattrand v. Arnica montana.
25. Haare v. Arnica montana.
26. T-förmiges Haar v. Artemisia vulgaris.
27. Querschnitt durch das Blatt v. Artemisia vulgaris.
28. Querschnitt durch das Blatt v. Althaea officinalis.
29. Haare v. Althaea offic. v. oben gesehen.
30. Querschnitt d. d. Hauptnerven v. Althaea officinalis.
31. Blattzahn v. Althaea officinalis.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31